



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS DE CODORNAS JAPONESAS
SUBMETIDAS À DIFERENTES TEMPERATURAS E ESPECTROS
LUMINOSOS DE LÂMPADAS LED

JAENE FRANCISCO DE SOUZA OLIVEIRA

Zootecnista

CAMPINA GRANDE – PB

ABRIL - 2016

JAENE FRANCISCO DE SOUZA OLIVEIRA

**DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS DE CODORNAS JAPONESAS
SUBMETIDAS À DIFERENTES TEMPERATURAS E ESPECTROS
LUMINOSOS DE LÂMPADAS LED**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola.

Área de concentração:

Construções Rurais e Ambiente

Orientador: Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado

CAMPINA GRANDE – PB

ABRIL - 2016

DEDICATÓRIA

Dedico esta tese a minha mãe glória de lourdes por todos os dias durante esta jornada esteve me apoiando e motivando e também guardando com muita dedicação e carinho a minha filha maria julia

A meu pai José Francisco (Zé da KN) que viu a educação como maior riqueza que poderia deixar para mim e como também para os meus irmãos.

A meu marido Angelo Oliveira por toda ajuda pessoal e profissional durante toda esta jornada e também por aguentar minhas conversas intermináveis e os meus dias de estresse rsrs..

A minha filha que amo mais do que tudo, Maria Julia que apesar de pequenina compreendeu como gente grande, que as vezes que não pude brincar com ela por precisar estudar.

Aos meus irmãos: Jozenio, Jozenia, Francisco Jr. e Heráclito Neto.

A minha amiga Valéria Rodrigues por todos os momentos que compartilhamos juntas, quando eu me encontrava estressada, desesperada, angustiada e você sempre vinha com as palavras certas, sempre acreditando em mim. Quantas conversas boas foram compartilhadas!! Que Deus reserve as melhores coisas para você, muito obrigada por tudo!!!

..... COM MUITO AMOR

AGRADECIMENTOS

A Deus, por minha saúde, pois sem ela não poderia ir tão longe. Por estar sempre me protegendo, por dar forças de todos os dias enfrentar a batalha diária.

A Universidade Federal de Campina Grande pela oportunidade concedida.

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, em especial ao LaCRA (Laboratório de Construções Rurais e Ambiente) por todos os ensinamentos que levarei para vida inteira.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao meu orientador Dr. Dermeval Araújo Furtado, pela compreensão e pelo aprendizado!!

A Coordenadora do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola Vera Lúcia Antunes de Lima por toda colaboração quando mais precisei.

Aos professores do Departamento de Engenharia Agrícola em especial a Área de Construções Rurais e Ambiente.

Ao professor Lázaro Souto por toda ajuda na estatística.

A equipe de trabalho que foi sem dúvida nota mil!!!! estiveram comigo em cada momento me ouvindo, tirando minhas dúvidas e batalhando junto comigo: Valéria Rodrigues, Ladyanne Raia e Paulyran... PRÓOOOXIMA!!!

Ao Setor de Avicultura do Centro de Ciências Agrárias, Campus II, da UFPB, pela disponibilidade para execução das minhas análises.

Ao professor Paulo Sérgio pela disponibilidade do Laboratório de Avaliação de Produtos de Origem Animal, do Centro de Ciências Agrárias - Campus III, da UFPB.

A Léo, por toda ajuda que foi me dada, muito obrigada!!!

A minhas amigas que estiveram sempre torcendo por mim: Ylene Michelline, Navilta Veras, Aline Ribeiro.

A todos os colegas que conviveram comigo durante este período de doutorado.

MUITO OBRIGADA!!!

Ao amor da minha vida...

Estamos juntos na alegria e na tristeza, na saúde e na doença, na riqueza e na pobreza e também no lazer e no trabalho e sem você caminhando comigo tudo seria bem mais difícil... Muito OBRIGADA por toda dedicação sei que não foi fácil, mas sem sua grande ajuda diária tudo teria sido mais difícil.

Te amo muito!!!!

Agradecimento especial

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1 Layout interno da câmara climática e da sala de monitoramento.....	14
Figura 2 Instrumentos e equipamentos instalados na câmara climática.....	16
Figura 3 Disposição das gaiolas na câmara climática.....	18
Figura 4 Cortina de lona preta alocada na porta da câmara climática.....	19
Figura 5 Comedouros e bebedouros para as aves.....	19
Figura 6 Valores médios da temperatura ambiente (°C) e umidade relativa do ar (%) em função dos períodos.....	26

LISTA DE TABELAS

	Páginas
Tabela 1 Composição alimentar, nutricional e energética da ração basal.....	20
Tabela 2 Valores do consumo de água (CH ₂ O) e temperatura da água (TEMP H ₂ O) de codornas japonesas na fase de produção com diferentes temperaturas e cores do ambiente.....	28
Tabela 3 Consumo de ração (CR), percentagem de postura (POST), peso dos ovos (PO), massa de ovos (MO), conversão alimentar por dúzia (CA/dz) e por massa de ovo (CA/MO) de ovos produzidos de codornas japonesas submetidas a estresse por calor.....	30
Tabela 4 Valores médios de temperatura cloacal (TC) de codornas japonesas na fase de produção com diferentes temperaturas e cores do ambiente.....	35
Tabela 5 Valores médios de temperatura superficial corpórea (TSC) de codornas japonesas em fase de produção com diferentes temperaturas e cores do ambiente.....	36
Tabela 6 Valores médios do peso do ovo (PO), peso do albúmen (PA), peso da gema (PG) e peso da casca (PC) de codornas japonesas submetidas a temperatura termoneutra (24 °C) e para as temperaturas testes (27, 30, 33 °C) e diferentes cores de LEDs na iluminação artificial.....	38
Tabela 7 Valores de percentagem do albúmen (ALB), percentagem de gema (GEM) e percentagem de casca (CAS) de codornas japonesas submetidas a temperatura termoneutra (24 °C) e para as temperaturas testes (27, 30, 33 °C) e diferentes cores de LEDs na iluminação artificial.....	39

Tabela 8	Valores de espessura de casca (EC), gravidade específica (GE), unidade Haugh casca (UH) e resistência da casca à quebra de codornas japonesas submetidas a temperatura termoneutra (24 °C) e para as temperaturas testes (27, 30, 33 °C) e diferentes LEDs.....	41
-----------------	--	----

SUMÁRIO

	Páginas
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	Xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.1.1 Objetivo Geral.....	2
1.1.2 Objetivos Específicos.....	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Efeito do estresse por calor sobre o desempenho e qualidade dos ovos de codornas janponessa.....	3
2.2 Respostas fisiológicas em decorrência do estresse térmico.....	6
2.3. Percepção e ação da cor da luz nas aves.....	6
2.4. Programas de luz para codorna japonesa.....	8
2.5. Tipo de lâmpada na iluminação artificial	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1. Local de desenvolvimento da pesquisa.....	14
3.2. Instalações.....	14
3.3. Caracterização do ambiente.....	16
3.4. Instalações e animais.....	17
3.5. Variáveis de desempenho.....	21
3.6. Variáveis fisiológicas.....	21

3.6.1. Temperatura cloacal (TC).....	21
3.6.2. Temperatura superficial corpórea (TSC).....	22
3.7. Manejo e Parâmetros de avaliação da qualidade de ovos.....	22
3.8. Delineamento estatístico.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4.1. Variáveis ambientais.....	26
4.2. Parâmetros de desempenho.....	27
4.3. Parâmetros fisiológicos.....	34
4.4. Qualidade de ovos.....	37
5. CONCLUSÕES.....	43
6. REFERÊNCIAS.....	44

DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS DE CODORNAS JAPONESAS SUBMETIDAS A DIFERENTES TEMPERATURAS E ESPECTROS LUMINOSOS

Resumo: a criação de codornas desperta interesse devido às diversas vantagens: alta produtividade, maturidade sexual precoce e baixo consumo de ração, a pequena exigência de espaço, a rusticidade, o curto ciclo reprodutivo, a precocidade e a produtividade. O uso da iluminação artificial é uma prática rotineira na criação intensiva de aves de postura, e fotoperíodo longos estimulam a produção de ovos. O objetivo da pesquisa foi avaliar o efeito da temperatura e espectro de luz sobre o desempenho e a qualidade dos ovos de codornas japonesas, alojadas em câmara climática, tendo o ambiente interno, duas diferentes cores de lâmpadas de LED (branca e verde) e quatro diferentes temperaturas (24, 27, 30 e 33 °C). Durante a realização da pesquisa, o sistema de iluminação foi intermitente de 15 horas de luz e 9 horas de escuro (15L:9E). Cada ambiente era composto de uma bateria de gaiolas de 3 andares, duas gaiolas por andar, equipadas com comedouros tipo calha de chapa metálica galvanizada e bebedouros tipo *nipple*. Durante o período experimental, as aves foram submetidas ao mesmo manejo alimentar, sendo fornecidas água e ração à vontade. O arraçoamento realizou-se às 7:00h e 14:00h. Ao longo de todo período experimental foram avaliados: consumo de ração (g/ave), conversão alimentar (g/g). Para avaliação dos ovos foram feitas análises dos parâmetros de desempenho e parâmetros de qualidade: peso do ovo (PO), massa do ovo (MO), produção (%), conversão alimentar (CA) (kg de ração/kg de ovos); gravidade específica (GE), unidade de haugh (UH), espessura de casca (EC). Também foram determinados porcentagem de casca (PC), porcentagem de albúmen (PA) e a resistência da casca. O período experimental teve duração de 56 dias, dividido em quatro ciclos de 14 dias, temperaturas avaliadas: 24 °C, 27 °C, 30°C e 33 °C; nos dois ambientes (lâmpada LEDs verde e branca). Para cada ciclo foi adotado período de 14 dias. Observou-se que com o ambiente acima da zona de conforto térmico, as aves diminuíram o consumo de alimento e elevaram o consumo de água em razão do desconforto térmico. No percentual de postura quando comparando a temperatura de 24 e 33 °C houve uma redução de 7,86%. As lâmpadas de LED brancas e verdes, pode-se utilizar, como fonte de iluminação artificial, uma vez que não causou qualquer efeito negativo na produção de ovos, qualidade dos ovos e parâmetros fisiológicos pelas mudanças propostas. Os diferentes espectros luminosos e temperaturas de estresse cíclico (27, 30 e 33 °C) não influenciaram as variáveis fisiológicas, que permaneceram dentro da zona de conforto e a homeotermia foi mantida. Indicando que as codornas foram capazes de se adaptarem a condições de estresse contínuo.

Palavras-chave: aves, câmara climática, cores de luz, estresse por calor, produção de ovos

PERFORMANCE AND QUAILS EGGS QUALITY JAPANESE UNDER DIFFERENT TEMPERATURES AND SPECTRA LIGHT

Abstract: the creation of quails arouses interest due to several advantages: high productivity, early sexual maturity and low feed intake, the small space requirement, its rusticity, short reproductive cycle, the precocity and productivity. The use of artificial lighting is a routine practice in the intensive rearing of laying hens, and long photoperiod stimulate egg production. The objective of the research was to evaluate the effect of temperature and light spectrum on the performance and quality of Japanese quail eggs, housed in a climatic chamber, and the internal environment, two different colors of LED lamps (white and green) and four different temperatures (24, 27, 30 and 33 °C). During the research, the lighting system was intermittent 15 hours of light and 9 hours of darkness (15L: 9E). Each environment was composed of a battery of 3 floors cages, two cages per floor, equipped with feeder type trough sheet metal galvanized and nipple drinkers. During the trial period, the birds were subjected to the same feeding management, and provided water and feed ad libitum. The feeding took place at 7: 00h and 14: 00h. Throughout the trial period were evaluated: feed intake (g / bird), feed conversion (g / g). To evaluate the eggs were made analysis of performance and quality parameters parameters: egg weight (PO), egg mass (MO), production (%), feed conversion (CA) (kg feed / kg eggs); specific gravity (SG), Haugh unit (HU), shell thickness (EC). They were also determined percentage of bark (PC), percentage of albumen (PA) and the resistance of the shell. The experiment lasted 56 days, divided into four 14-day cycles, measured temperature: 24 ° C, 27 ° C, 30 ° C and 33 ° C; in both environments (light green and white LEDs). For each cycle was adopted period of 14 days. It was observed that the environment above the thermal comfort zone, birds decreased food consumption and increased water consumption due to the thermal discomfort. In percentage posture when comparing temperature of 24 to 33 ° C was reduced to 7.86%. The white LED lamps and green, can be used as a source of artificial illumination since it did not cause any negative effect on egg production, egg quality and physiological parameters, the proposed changes. The different light spectra and cyclic stress temperatures (27, 30 and 33 ° C) did not affect the physiological variables that remained within the comfort zone and homeothermy was maintained. Indicating that the quails were able to adapt to continuous stress conditions.

Keywords: climatic chamber, colors of light, egg production, heat stress, poultry

1. 1 INTRODUÇÃO

A coturnicultura tem ganhado aceitação por suas características de rápido crescimento, alta produtividade, maturidade sexual precoce e baixo consumo de ração, a pequena exigência de espaço, o curto intervalo de geração e a maturidade sexual são características que tornaram a produção de carne e ovos de codorna uma alternativa promissora para o setor avícola (Barreto et al., 2007). A produção brasileira de ovos de codorna apresentou um rápido crescimento nos últimos anos, saltando de 192 milhões de dúzias em 2009 para 392 milhões de dúzias em 2014 (IBGE, 2014).

A criação de codornas japonesas é destinada a produção de ovos, iniciando a sua postura em torno do 40 dias de idade (o seu ciclo reprodutivo é curto), com uma postura constante. A taxa de produção média anual é em torno de 250-300 ovos/ave no primeiro ano de vida, devido a isto, as fêmeas dessa espécie são ligeiramente mais pesadas do que os machos em virtude do aparelho reprodutivo ser bastante desenvolvido, o que pode chegar a 10% do seu peso vivo (Albino & Barreto, 2003; Moura et al., 2008).

Uma das maiores preocupações na avicultura está relacionada com a zona de conforto térmico, temperatura e umidade relativa acima dos níveis de conforto térmico dificultam a dissipação de calor, levando a mudanças fisiológicas que acarretam efeitos negativos no desempenho. Assim, aves submetidas a estresse por calor apresentam diminuição no consumo de alimento, redução no ganho de peso, piora da conversão alimentar.

As várias tecnologias e suas adaptações na criação das aves devem ser consideradas na ambiência dos aviários, sendo necessário o conhecimento de quatro pontos principais: a fisiologia das aves; o diagnóstico bioclimático da microrregião de produção ou implantação de novos sistemas; a aplicação dos conceitos básicos da ambiência e a tipificação dos sistemas, essa avaliação da situação determinará quais os ajustes serão necessários para o pleno funcionamento desses sistemas (Abreu & Abreu, 2011).

A importância da luz ou luminosidade sobre a produção das aves foi inicialmente reconhecido na década de 40 e o efeito da luz sobre a idade da maturidade sexual, sobre a posterior taxa de ovulação das poedeiras foi destacado na produção. Os processos fisiológicos das aves em resposta ao estímulo luminoso e seus efeitos sobre a

produção e qualidade dos ovos necessitam ser ampliados, principalmente novas fontes energéticas (Borille et al., 2012). Os mesmos autores ainda relatam o grande interesse sobre os diodos emissores de luz (LED), além de ser extremamente econômicas, apresentarem uma vida útil longa.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar o desempenho, parâmetros fisiológicos e qualidade dos ovos de codornas japonesas sob efeito de estresse por calor e iluminação artificial utilizando duas cores de lâmpadas de LED e quatro temperaturas.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a. Avaliar o consumo de ração e conversão alimentar, produção, peso e massa dos ovos das codornas, mantidas sob diferentes temperaturas e cores de lâmpadas;
- b. Verificar a temperatura da água e consumo da água nas quatro condições de temperatura controlada e nas cores do ambiente;
- c. Analisar a influência de diferentes temperaturas e das cores do ambiente nos parâmetros de desempenho;
- d. Determinar a temperatura superficial e retal das aves submetidas a diferentes temperaturas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Estresse por calor sobre o desempenho e qualidade dos ovos de codornas japonesas

As aves são animais homeotérmicos capazes de regular a temperatura corporal, cerca de 80% da energia ingerida é utilizada para manutenção da homeotermia e apenas 20% é utilizada para produção. A temperatura do núcleo corporal de aves é em torno de 41,7 °C (Abreu & Abreu, 2011). A zona de termoneutralidade relaciona-se com o ambiente térmico ideal, no qual a amplitude é bem restrita. Nessa, o animal alcança seu potencial máximo e a temperatura corporal é mantida com mínima utilização de mecanismos termorreguladores (Baêta & Souza, 2010), para que a mesma permaneça constante, o ganho de calor deve ser igual à perda. A integração central da informação térmica depende do hipotálamo, que controla a taxa de perda ou produção de calor através de receptores cutâneos de calor e de frio, especificamente no sistema nervoso central (Trampel, 2006).

A zona de conforto térmico é influenciada por vários fatores, alguns relacionados ao animal, como peso, idade, estado fisiológico, densidade, nível de alimentação e genética e outros ao ambiente como temperatura, velocidade do vento, umidade relativa do ar, radiação solar (Bridi, 2011). A temperatura ambiente ideal (zona de conforto térmico) para codornas na fase de postura está entre 18 e 22 °C e a umidade relativa do ar, entre 65 e 70% (Oliveira, 2007). Por outro lado, Vercese et al. (2012) não encontraram diferença no desempenho e qualidade de ovos de codornas japonesas submetidas a temperaturas de 21 e 24 °C. Desse modo, as aves obtiveram bom desempenho.

O aumento da produção animal nas próximas décadas exigirá formas de exploração animal mais eficiente. Assim, a utilização dos recursos naturais e as questões de bem-estar dos animais serão relevantes no contexto da produção mundial de alimentos (Silva & Miranda, 2009). Com isso, no Brasil, a preocupação com o bem-estar animal vem crescendo paralelamente ao desenvolvimento socioeconômico da população, mudando o perfil dos consumidores de ovos e carne. Esses estão cada vez mais preocupados com a qualidade do produto, a segurança do alimento, bem como o respeito ao meio ambiente e ao animal (Rocha et al., 2008).

A indústria avícola passou a buscar nas instalações e na ambiência, a possibilidade de melhoria no desempenho avícola, como forma de manter a competitividade. Assim, os fatores ambientais passaram a ser considerados, como importantes no processo de criação dos animais. Entre os fatores ambientais, os fatores térmicos, representados principalmente, pela temperatura e pela umidade relativa do ar, são os que afetam mais diretamente as aves (Oliveira et al., 2007).

Uma das maiores preocupações é o estresse térmico, podendo o desconforto térmico durante períodos de temperaturas elevadas reduzir a produção, em virtude da menor ingestão de alimentos e menor ganho de peso, podendo, em casos extremos, causar a morte do animal (Fukayama et al., 2005).

As várias tecnologias e suas adaptações na criação das aves devem ser consideradas na ambiência dos aviários, sendo necessário o conhecimento de quatro pontos principais: a fisiologia das aves; o diagnóstico bioclimático da microrregião de produção ou implantação de novos sistemas; a aplicação dos conceitos básicos da ambiência e a tipificação dos sistemas, essa avaliação da situação determinará quais os ajustes serão necessários para o pleno funcionamento desses sistemas (Abreu & Abreu, 2011). A situação de estresse por calor em poedeiras acarreta uma série de consequências, que estão ligadas à queda no consumo de alimentos, menor taxa de crescimento, pior conversão alimentar, queda na produção de ovos e maior incidência de ovos com casca mole (Vercese, 2012).

Para compensar a alcalose respiratória, que proporciona desequilíbrio eletrolítico e mineral ocorre grande liberação de ácidos orgânicos no sangue, que complexam o cálcio, diminuindo a quantidade de cálcio livre ou ionizado no plasma, o qual seria utilizado para formação da casca do ovo e, como consequência, ocorre a produção de ovos pequenos e com qualidade inferior de casca, trazendo enormes prejuízos econômicos aos produtores (Furlan & Macari, 2002).

Lima et al. (2009), em experimento realizado em instalações para codornas de postura, registraram valores de 20,2 e 27,5 °C para temperatura mínima e máxima, respectivamente, e de 84,2% para umidade relativa, observando que as codornas ficaram submetidas a estresse por calor, entretanto, não encontraram diferença significativa ($P>0,05$) no consumo de ração, conversão alimentar e percentual de ovos comercializáveis.

Araújo et al. (2007) avaliando níveis de cromo orgânico na dieta de codornas mantidas em estresse por calor na fase de postura, observaram que a conversão alimentar por massa de ovos e por dúzia de ovos não foi influenciada ($P > 0,05$) pela alta temperatura ambiente ($32\text{ }^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar de 70%.

Em condições de temperatura ambiente e umidade do ar acima da zona de conforto para as aves, as mesmas terão dificuldades de transferência do excedente de calor para o ambiente, ocorrendo aumento na temperatura corporal e, conseqüentemente, queda na produção, pois apenas uma parte da energia ingerida pelas aves foi convertida na produção de ovos, e o restante foi utilizado na manutenção fisiológica, nos mecanismos de homeotermia, ou perdida para o ambiente na forma de calor, através dos processos físicos de condução, convecção e radiação (Silva & Sevegnani, 2001). Ainda durante o estresse calórico, a taxa respiratória poderá ser reduzida e a eficiência da perda de calor melhorada pela manutenção da alta ingestão de água, que é influenciada pela temperatura ambiente (Ahmad & Sarwar, 2006).

A partir de $27\text{ }^{\circ}\text{C}$, sob temperaturas contínuas, as codornas japonesas apresentaram evidências de estresse térmico com redução no consumo de ração, peso e massa dos ovos. A elevação cíclica de $36\text{ }^{\circ}\text{C}$ na temperatura ambiente afeta negativamente o percentual de ovos viáveis e de postura, comprovando o conseqüente efeito de estresse térmico no metabolismo e equilíbrio térmico das aves (Vercese, 2012). Rosa et al. (2011) ao avaliarem o perfil hematológico de codornas japonesas sob estresse térmico, concluíram que o desconforto térmico pode causar estresse, alterando heterófilos e linfócitos circulantes e a relação heterófilo/linfócito.

A temperatura elevada também causa efeito negativo sobre o ganho de peso em codorna de corte. Nas três primeiras semanas de vida, as codornas sob temperatura de $42\text{ }^{\circ}\text{C}$ apresentaram 10,28% menor peso corporal do que aquelas alojadas em ambiente de $36\text{ }^{\circ}\text{C}$. Já as mantidas a 30 e $33\text{ }^{\circ}\text{C}$ tiveram maior consumo de ração em comparação com aqueles alojados em $36\text{ }^{\circ}\text{C}$. Portanto, codornas criadas em ambientes frios podem apresentar os mesmos ganhos de peso como aqueles criados em conforto térmico (Sousa et al., 2014). Também foi constatado por Barbosa et al. (2014), que o consumo de ração por codornas de corte criadas a $34\text{ }^{\circ}\text{C}$ foi, em média, 29,9% mais baixo do que aqueles criados a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Esta redução do consumo de ração explica menor ganho de peso das codornas criadas em temperatura acima da zona de neutralidade.

2.2. Respostas fisiológicas em decorrência do estresse térmico

A primeira das respostas fisiológicas compensatórias ao estresse pelo calor é a vasodilatação periférica, que proporcionará perda de calor não evaporativo. Para tanto, as aves devem aumentar a área de superfície corporal, afastando as asas do corpo e eriçando as penas (Borges et al., 2003).

O segundo mecanismo fisiológico é a diminuição no consumo de alimento, como tentativa de minimizar a produção de calor endógeno durante a digestão.

Em terceiro lugar, na tentativa de aumentar a dissipação do calor, as aves realizam o resfriamento evaporativo corpóreo, através do aumento da frequência respiratória em até dez vezes, o que ocasiona perdas excessivas de dióxido de carbono (CO₂). A consequência mais grave do aumento da temperatura ambiental e consequente aumento da frequência respiratória é o aparecimento de distúrbio no equilíbrio ácido-básico, chamado de alcalose respiratória (Furlan & Macari, 2002).

Outro método de troca de calor é o aumento no consumo de água. Em temperaturas acima da zona de conforto térmico, esta ingestão pode aumentar 4 a 5 vezes. A temperatura da água interfere no consumo de ração, diminuindo-o quando a temperatura desta aumenta. Sendo assim, a temperatura da água não deve ser superior a 24 °C (Macari & Furlan, 2001).

Este mesmos autores ainda citam que o resfriamento evaporativo é um dos mais importantes meios de perda de calor das aves em temperaturas elevadas, pois as aves têm a capacidade de aumentar a frequência respiratória em até 10 vezes e, assim aumentar a perda de calor no trato respiratório.

2.3. Percepção e ação da cor da luz nas aves

As medidas de intensidade de luz se resumem em fóton, lúmen, lux. O lux é a unidade de iluminação de um lúmen por metro quadrado. Um lúmen é a unidade de fluxo luminoso medido em uma área de um esferoradiano, por um emissor de uma candela colocado no seu centro. Uma candela é igual a 1/60 da intensidade luminosa de um centímetro quadrado da superfície de um radiador perfeito na temperatura de 2043 K. Um lux corresponde a incidência perpendicular de 1 lúmen em uma superfície de 1 metro quadrado (Araújo et al., 2011).

A intensidade luminosa, a distribuição, a cor e a duração da luz afetam o desempenho e o bem-estar dos animais (Mendes et al., 2010). Partes fotossensíveis do cérebro das aves estão ligados à glândula pineal, são estimulados pela luz que atinge os receptores da retina; e, portanto, são influenciados pela luz ambiente (Jin et al., 2010).

A iluminação artificial caracteriza-se como uma poderosa ferramenta de manejo para avicultura de postura, já que as aves apresentam processos fisiológicos que induzem a fotossensibilidade. Os processos fisiológicos das aves, em resposta ao estímulo luminoso e seus efeitos sobre a produção e qualidade dos ovos, necessitam de maiores esclarecimentos (Borille et al., 2012).

O uso da iluminação artificial é necessário para estimular a produção de ovos tanto na criação de poedeiras comerciais quanto na criação de codornas. Dias curtos não são estimulatórios, e considera-se dia longo aquele maior que 12 horas (Etches, 1996). Segundo Singh & Narayan (2002), é necessário um fotoperíodo de 14 a 16 horas para estimular a produção de ovos de codornas.

A intensidade luminosa e cor da luz emitida pelas lâmpadas interferem na atividade das aves, podendo causar estresse e comportamento agressivo. O estresse afeta a reprodução das aves, visto que os glicocorticoides liberados sob estresse estimulam a liberação de neuropeptídeo GnIH (Tsutsui et al., 2012).

O desempenho das aves domésticas é dependente do controle da luz adequado, envolvendo tanto a quantidade (duração e intensidade) e cor da luz (ou comprimento de onda) como a frequência espectral (Gongruttananun & Guntapa, 2012). O fotoperíodo, por ser uma alteração na intensidade luminosa, é esperado que a cor, que é essencialmente uma alteração na intensidade em certos comprimentos de onda, afete o crescimento e o comportamento das aves (Mendes et al., 2010). Estes autores ressaltam que existem diferenças entre os olhos das aves e os dos humanos, em relação ao tamanho e as células fotorreceptoras na retina, sendo essas células, bastonetes, que são mais numerosos, altamente sensíveis e possibilitam enxergar em ambientes com pouca luz, e cones, que são responsáveis pelas condições de visão normais durante o dia.

Nas aves, ao contrário dos mamíferos, os cones estão em quantidade muito superior em relação aos bastonetes. Isso explica porque as galinhas e codornas são praticamente cegas à noite (Gewehr, 2005).

A resposta das aves à radiação visível tem um pico no verde e amarelo do espectro de luz (545-575 nm), e é responsável para o seu crescimento e comportamento

(Mobarkey et al., 2010). O espectro de luz vermelho acelera o desenvolvimento sexual. O sistema de iluminação artificial para galinhas poedeiras, utilizando diodos emissores de luz é benéfico para a redução dos custos de produção (Gongruttananun & Guntapa, 2012).

De acordo com Cunningham, (1988), as aves usam ritmos circadianos para a percepção da duração do dia a uma fase fotossensível máxima, que ocorre entre 11 a 15 horas depois de ligar as luzes. Nesta fase fotossensível ocorre um mecanismo neuro-hormonal que controla as funções reprodutivas. A luz é percebida pelos fotorreceptores hipotalâmicos, que convertem o sinal eletromagnético em uma mensagem hormonal através de seus efeitos nos neurônios hipotalâmicos, que secretam o hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH). O GnRH atua na hipófise produzindo as gonadotrofinas: hormônio luteinizante (LH), e hormônio folículo estimulante (FSH).

O LH e o FSH ligam-se aos seus receptores na teca e células granulosas do folículo ovariano, estimulando a produção de andrógenos e estrógenos pelos folículos pequenos e produção de progesterona pelos folículos pré-ovulatórios maiores. Dias curtos não estimulam a secreção adequada de gonadotrofinas, porque não iluminam toda a fase fotossensível. Dias mais longos, entretanto, fazem a estimulação, e deste modo a produção de LH é iniciada. Esse mecanismo neuro-hormonal controla as funções reprodutivas, comportamentais e as características sexuais secundárias.

2.4. Programa de luz para codorna japonesa

O programa de luz está relacionado ao comportamento alimentar, já que as aves ingerem a maior parte do seu alimento diário em dois períodos: próximo à oviposição e ao final da tarde. Em geral, as poedeiras começam a pôr uma hora depois do início do período de luz da manhã, natural ou artificial (Jordan & Tavares, 2005).

Programas intermitentes são fundamentados na “noção do dia subjetivo”. Essa teoria supõe que uma ave adulta em produção, já anteriormente sensibilizada em um fotoperíodo longo contínuo, necessita apenas da informação de que o seu dia biológico está iniciando ou terminando. As aves ignoram períodos de escuro dentro do intervalo de tempo necessário para estimular a postura. Essa informação pode ser dada através de um simples flash de luz. A ave irá ignorar períodos intermediários de escuridão. Esse fenômeno permite o uso de programas de iluminação intermitentes para aves de postura, os quais podem ser definidos como aqueles formados por mais de um período de luz

(fotofase) e de escuro (escotofase) em um ciclo de 24 horas (Gewehr, 2005; Cotta 2002).

Acredita-se que quando um período de luz é dado em certo momento da noite, antes do amanhecer, a ave entende como o início do dia, ignorando o período escuro que se estabelece entre o período de luz e o clarear do dia. O mesmo ocorre após o escurecer, se um período de luz é dado em determinada hora da noite, o período entre o escurecer e o período de luz é ignorado. Esse período que a ave permanece ativa mesmo na obscuridade, se chama dia subjetivo (Gewehr, et al., 2005).

Ao avaliarem os efeitos dos programas contínuo e intermitente sobre o desempenho de codornas na fase inicial de postura, não encontraram diferença significativa no consumo de ração, no entanto, a produção de ovos no regime intermitente foi maior que no contínuo (Melo et al., 2006).

A iluminação intermitente possibilita a redução do consumo de energia elétrica usada par estimular o aparelho reprodutor em galpões abertos, sem redução do desempenho zootécnico e sem afetar a qualidade dos ovos (Gewehr & Freitas, 2007). Programa de iluminação ideal para aves é aquele que proporcione máxima produção com mínimo de custo de energia elétrica (Santana et al., 2014).

O uso da iluminação artificial é uma prática rotineira na criação intensiva dessas aves. A iluminação pode ser utilizada para retardar a idade de maturidade sexual e, também para estimular e sincronizar a postura. Fotoperíodos longos estimulam a função sexual de poedeiras e otimizam a produção de ovos (Freitas et al., 2005). Os principais fatores a serem considerados são: fonte de luz; comprimento de onda e intensidade; duração de fotoperíodo e distribuição (Mendes et al., 2010).

O fotoperíodo mais utilizado para poedeiras comerciais é de 16 horas por dia, visando a maximização da produção de ovos. Dessa forma, passou-se a utilizar o mesmo fotoperíodo para codornas, acreditando-se que seu comportamento produtivo seria equivalente ao das galinhas poedeiras. Embora o princípio fisiológico seja semelhante, a sua aplicação direta no manejo de codornas deve ser estudada (Molino et al., 2015).

Na fase de postura, as codornas necessitam de 16 a 17 horas de luz total para máxima produção. Deve-se evitar iluminação contínua de luz por período de 24 horas, pois, poderá provocar prolapso do oviduto e ovos de casca mole (Ariki, 2000). Alguns autores recomendam que comece o programa de luz de 15 horas, com aumentos de 30

minutos por semana até completar 17 horas de luz total (Oliveira, 2004; Moura et al., 2008). Já a quantidade de lux necessários para maximizar a produção, são 10 lux na altura das gaiolas ou altura da cabeça das aves em galpões abertos (Cotta, 2002).

Por outro lado, Molino et. al. (2015), ao avaliarem quatro programas de luz: 14 horas de luz/dia, 15 horas de luz/dia, 16 horas de luz/dia e 17 horas de luz/dia, concluíram que o fornecimento de 15 horas de luz por dia para codornas japonesas durante a fase de produção, é suficiente para promover bons resultados tanto de desempenho quanto de qualidade dos ovos, proporcionando, também, maior economia de energia elétrica. Sendo assim, 15 horas de luz por dia promovem os mesmos resultados que o fornecimento de 17 horas de luz.

2.5. Tipo de lâmpada na iluminação artificial

Em fotometria, a intensidade refere-se ao brilho da luz do ambiente, enquanto iluminação se refere ao brilho percebido, que depende da capacidade do animal para detectar a luz e o seu espectro de sensibilidade. Já a Iluminância é uma medida antropocêntrica, com a unidade derivada de lux. Ela é medida com o auxílio de um aparelho chamado luxímetro, que mede o brilho da luz incidindo sobre uma superfície.

A intensidade de luz não deve ser confundida com o de duração do fotoperíodo. Uma forte intensidade de luz não compensa os efeitos de uma pequena duração de período luminoso. O rendimento luminoso depende da natureza da lâmpada, da sua potência e da tensão do setor (Cotta, 2000).

A iluminação artificial caracteriza-se como uma poderosa ferramenta de manejo para a avicultura de postura, já que as aves apresentam processos fisiológicos que induzem à fotossensibilidade (Borille et al., 2012).

Quanto à escolha do tipo de lâmpada a ser utilizada, existe no mercado uma variedade de lâmpadas, com suas vantagens e desvantagens, entretanto, sabe-se, sobretudo, que o consumo energético delas é diferente, o que afeta o custo de produção.

Essa escolha vai depender de inúmeros fatores, tais como custo, durabilidade, necessidade de manutenção e eficiência. A substituição de lâmpadas incandescentes por outras de vapor de sódio, por exemplo, já traria uma economia de cerca de 70% de energia elétrica (Cotta, 2002).

Com isto, a tecnologia para a iluminação de ambientes tem apresentado grandes avanços nos últimos anos. Aos poucos, as tradicionais lâmpadas têm dado lugar aos

modernos, econômicos e eficientes Diodos Emissores de Luz (LED). O sistema de iluminação artificial com LED é benéfico para a economia de energia elétrica, sendo uma chave para a sustentabilidade e conseqüentemente redução de custos de criação animal (Gongruttananun, 2011; Santana et al., 2014).

As lâmpadas de Led são compostas por material semicondutor, e quando uma corrente elétrica percorre esse diodo, ele é capaz de emitir luz. A vantagem dessas lâmpadas em relação às demais é que consomem cerca de 80% menos energia que as incandescentes, são duas vezes mais eficientes que as fluorescentes e possuem maior vida útil. Entretanto, sua potência e emissão de luz são bastante reduzidas. Assim, seriam necessárias várias lâmpadas instaladas bem próximas às aves, para substituir a iluminação convencional, aumentando bastante os custos de instalação. Estudos sugerem que a conversão completa para a tecnologia LED diminuiria em até 50% as emissões de CO₂, a partir do uso de energia elétrica para iluminação, em pouco mais de 20 anos (Borille et al., 2012).

Em termos ambientais, a lâmpada LED possui importante característica de não conter mercúrio (metal pesado) em sua composição. O mercúrio é um elemento químico utilizado em grande escala na produção de lâmpadas fluorescentes compactas, as quais não possuem uma política de reciclagem ou de recolhimento, dado que esse elemento é um grande agente poluidor e pode ser reciclado. Sendo assim, os LEDs provavelmente serão o futuro da iluminação sustentável (Valentim, et al., 2010).

Esses mesmos autores, ao compararem consumo de Potências da lâmpada LED com incandescentes, constataram que a lâmpada LED teve consumo 12 vezes menor que o de uma lâmpada incandescente de mesma luminosidade (60 W). A vida útil de um LED atualmente é de 100.000 horas, uma lâmpada fluorescente comum, por sua vez, possui um tempo de vida típico de 40.000 h. Com um consumo menor e um fator de potência maior que as lâmpadas fluorescentes compactas comuns no mercado, as lâmpada LED deverão ser a forma de iluminação predominante em um futuro próximo.

O alto custo inicial acaba sendo compensado rapidamente, devido ao baixo consumo e ao maior tempo para que seja necessária substituição da lâmpada. O fim da comercialização das lâmpadas incandescentes já foi estabelecido. O limite definitivo foi setembro de 2012 e, a partir dessa data, lâmpadas incandescentes não podem mais ser comercializadas no Brasil, desaparecendo definitivamente do mercado.

As lâmpadas incandescentes são comumente usadas nos aviários, no entanto, a sua taxa de conversão da energia elétrica em energia luminosa é baixa, além de pouca durabilidade (vida média 1.000 h), o que aumenta custos de produção (Jordan & Tavares, 2005). No entanto, tecnologia de iluminação ambiental avançou fortemente nos últimos anos, assim as lâmpadas incandescentes estão sendo progressivamente substituídas por emissores de luz diodos (LEDs). A principal vantagem dos LEDs é a sua economia de energia, posto que consomem 80% menos energia do que lâmpadas incandescentes e 50% menos do que as fluorescentes. A vida útil mais longa e um comprimento de onda permitem que sejam utilizadas na fotoestimulação de diversos tipos de aves.

Araújo et al. (2011), relatam que lâmpadas fluorescentes compactas têm custos de instalação superiores, mas usam 70% menos energia e possuem uma durabilidade de 8 a 10 vezes maior que as incandescentes.

Estudos realizados por Er et al. (2007) testaram três cores de LED em comparação ao sistema de iluminação artificial com lâmpadas incandescentes, e observaram que o LED de cor verde apresentou melhora significativa na qualidade da casca de ovos de galinhas poedeiras comerciais da linhagem Hy Line Brown. Em pesquisas, Xie et al. (2008) avaliaram os efeitos da luz monocromática (LEDs) nas cores vermelha, verde, azul e branco sobre a resposta imune de frangos de corte, e concluíram que a cor verde proporcionou aumento significativo na proliferação de linfócitos T no sangue dos frangos de corte.

Relacionando o desempenho produtivo e o desenvolvimento de fibras musculares com a estimulação e liberação da testosterona em frangos de corte, mantidos sob iluminação artificial com LEDs nas cores vermelha, verde, azul e branco, Chen et al. (2008) observaram que os frangos mantidos sob a luz verde e azul apresentaram melhor desempenho.

Avaliações feitas utilizando-se três cores de LEDs (branca, azul e laranja) em comparação às lâmpadas incandescentes usuais sobre a produção e qualidade de ovos de codornas, demonstraram que os LEDs podem ser utilizados em qualquer uma das cores testadas, pois a produção e a qualidade dos ovos não foram afetadas (Borille et al. 2012).

Paixão et al. (2011) testaram o desempenho produtivo de frangos de corte iluminados com lâmpadas fluorescentes compactas e LEDs brancos, e constataram o mesmo efeito no desempenho produtivo das aves. Em outro estudo, testando a preferência de frangos de corte entre os LEDs branco e amarelo, observaram que os frangos consumiram mais ração no ambiente iluminado por LED branco.

Estudos com galinhas poedeiras (Gongruttananun, 2011; Huber-Eicher et al., 2013; Borille et al., 2015) e frangos de corte (Zhang et al., 2012;. Kim et al., 2013; Santana et al., 2014), foram desenvolvidas com a substituição de lâmpadas convencionais pelos diodo emissor de luz (LED), buscando melhorias na taxa de produção das aves e economia no sistema de iluminação de até 50.000 h utilizando LEDs, ou seja, muito mais econômicas do que as lâmpadas incandescentes e lâmpadas fluorescentes compactas, que a vida útil é de 1.000 e 8.000 horas de utilização, respectivamente (Mendes et al., 2013).

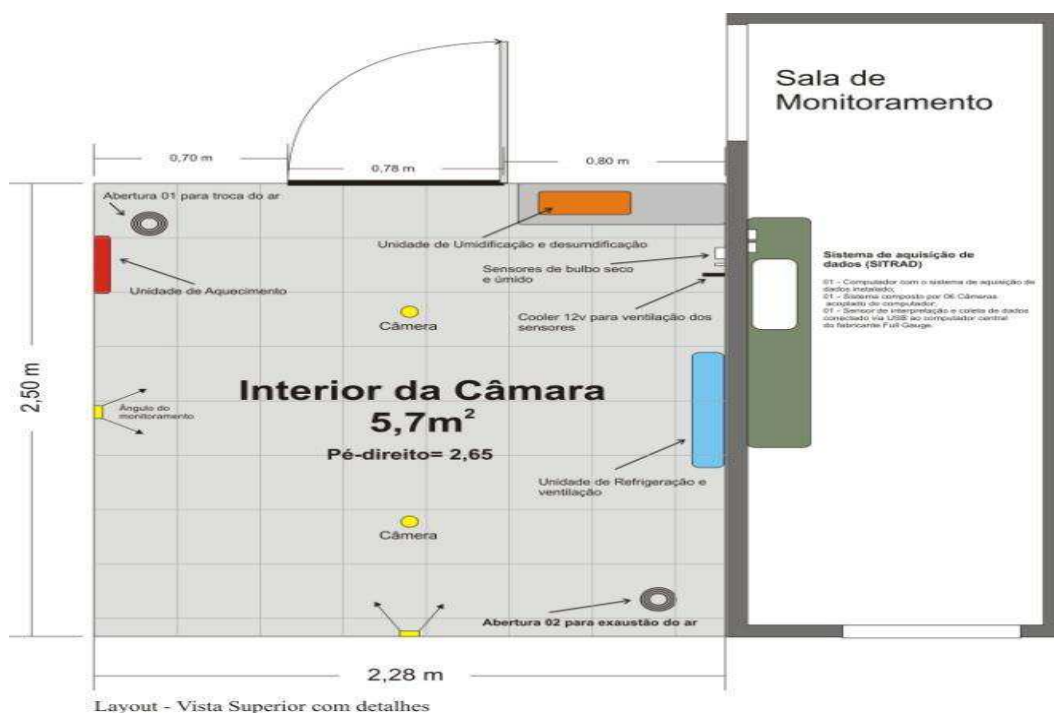
3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local de desenvolvimento da pesquisa

O experimento foi realizado no período de julho a outubro de 2015, nas instalações do LaCRA - Laboratório de Construções Rurais e Ambiente pertencente a Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campus de Campina Grande, Paraíba.

3.2. Instalações

A câmara climática utilizada no experimento (Figura 1), apresenta 2,5 metros de comprimento por 2,3 m de largura ($5,7 \text{ m}^2$ de área), sendo 2,65 metros de pé-direito, confeccionada em chapas de aço laminado com proteção anticorrosiva e preenchimento em isopor, permitindo o isolamento térmico com o ambiente externo.



Fonte: LUCENA (2012)

Figura 1 – Layout interno da câmara climática e da sala de monitoramento.

A câmara climática, Figura 2, é composta por uma unidade de refrigeração (a) de 18.000 btu/h, uma unidade de umidificação (b) e desumidificação (c), um insuflador (d) e um exaustor localizados no teto da câmara para realizar a renovação do ar (e), uma unidade de aquecimento (f), e um sistema de controle (g) instalado em uma sala adjacente à câmara.

(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



Figura 2 – Instrumentos e equipamentos instalados na câmara climática.

3.3. Caracterização do ambiente

Durante a realização da pesquisa, o sistema de iluminação foi intermitente de 15 horas de luz e 9 horas de escuro (15L: 9E), conforme recomendações de Molino et al. (2015) e a intensidade luminosa foi em torno de 35 lux para todos os tratamentos.

A iluminação foi realizada com uso de lâmpadas de LED nas cores branca e verde. Duas baterias de gaiolas, cada uma com 3 andares e em cada andar dois

compartimentos. Em uma bateria de gaiola foi colocado a LED branca e na outra bateria de gaiolas foram colocadas LED verde. O sistema de iluminação foi conectado a um timer a fim de se fornecer um programa de luz contínuo de 15 horas por dia.

3.4. Instalações e animais

Foram adquiridas 216 codornas japonesas, distribuídas em 18 aves/compartimento. Os animais foram adquiridos com 41 dias de idade (8 semanas). O período pré-experimental foi de 14 dias, para adaptação das codornas ao ambiente e observação da taxa de postura, havendo, também neste período, treinamento para o manuseio dos equipamentos e obtenção dos parâmetros fisiológicos dos animais. Após o período de adaptação iniciou-se o primeiro ciclo e assim sucessivamente até completar quatro períodos de 14 dias onde cada período foi avaliado uma temperatura, que foram ajustadas para representar um ambiente, quais sejam: 24 °C; 27 °C; 30 °C; 33 °C, sendo a temperatura 24 °C considerada conforto para codorna em postura, e a partir desta elevando-se 3 °C acima desta zona.

A câmara climática foi subdividida em dois ambientes: bateria 1 (LED verde) e bateria 2 (LED branca). Para evitar que uma cor interferisse na outra, foi utilizada uma divisória com lona preta (Figura 3) e também utilizou-se uma cortina para a porta da câmara (Figura 4), a fim de evitar a entrada de luz externa no momento da sua abertura.

Cada ambiente continha uma bateria de gaiolas composta de 3 andares, cada andar composto por dois compartimentos com as seguintes dimensões: (50cm de comprimento x 50cm de profundidade x 25 cm de altura), submetidas a uma taxa de lotação de 135,1 cm² por ave, de acordo com as recomendações de Molino et al. (2010). No momento da distribuição das aves realizou-se a pesagem dos animais por parcela, para cálculo do peso inicial médio.

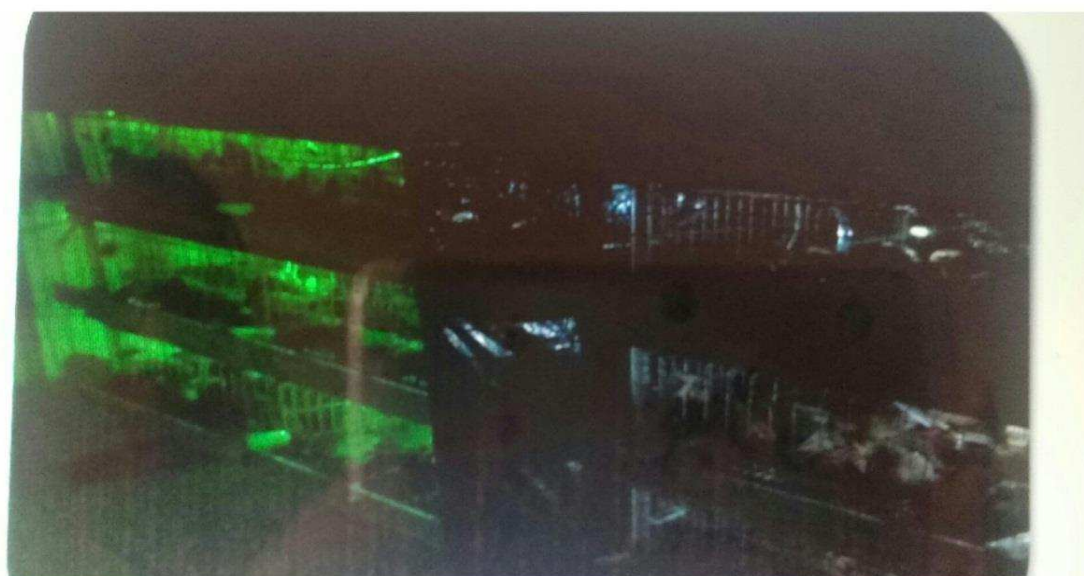


Figura 3. Disposição das gaiolas na câmara climática.

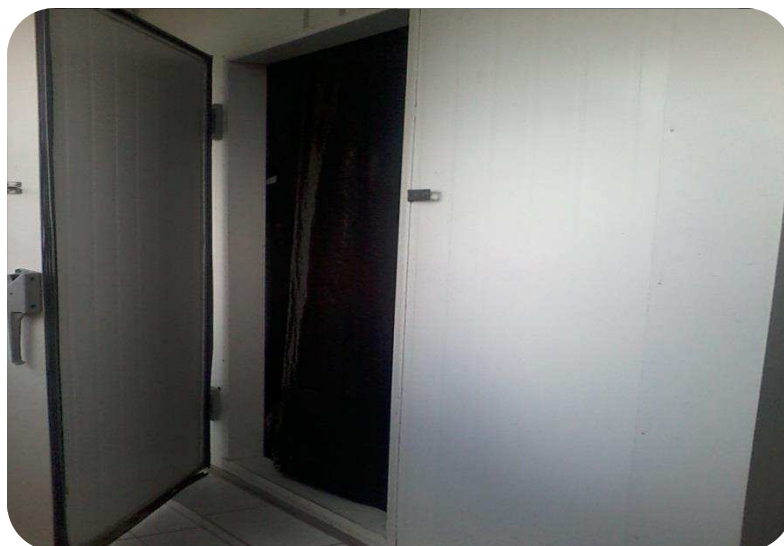


Figura 4. Cortina de lona preta alocada na porta da câmara bioclimática.

As gaiolas foram equipadas com comedouros tipo calha, de chapa metálica galvanizada, e bebedouros tipo “*nipple*”, e um reservatório com capacidade para 3,00 L (Figura 5). Durante todo o período experimental, foram fornecidos de ração e água *ad libitum*.

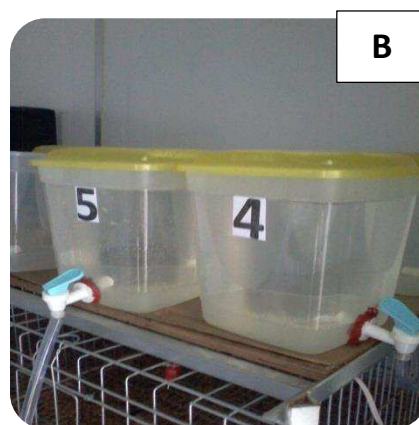
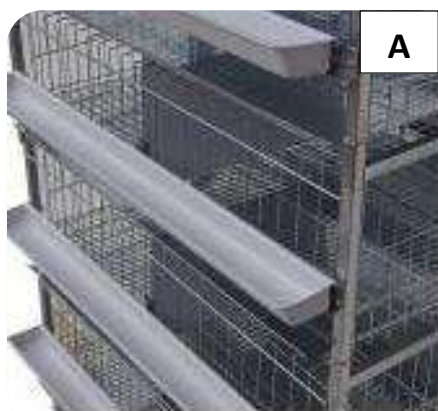


Figura 5- Comedouros (A) e bebedouros (B) das aves.

Os animais receberam ração balanceada à base de milho e farelo de soja (Tabela 1), formulada segundo as recomendações nutricionais para codornas de postura de Rostagno (2011). O arraçoamento realizou-se às 7 h e 14 h.

O consumo de água foi determinado para cada gaiola, pela diferença de nível de água nos respectivos reservatórios.

Tabela 1. Composição alimentar, nutricional e energética da ração basal

Ingrediente (%)	Matéria Natural (%)
Milho grão - 7,88	55,412
Soja farelo 45,22%	33,374
Calcário	7,063
Óleo de soja	1,656
Fosfato Bicalcico	1,169
DL-metionina	0,354
Sal comum	0,346
L lisina HCL	0,306
Inerte	0,15
Colina	0,07
Min-aves ¹	0,05
Vit post aves ²	0,025
Bac-zinco	0,015
Antioxidante (etoxiquim) ³	0,01
Total	100
Composição Nutricional	Matéria Seca (%)
Energ. Met aves (Kcal/Kg)	2800
Cálcio	3,099
Fósforo disponível	0,323
Lsina dig aves	1,203
Met.+cist.dig.aves	0,888
Proteína bruta	19,9309
Sódio	0,155

¹ Composição/kg de produto: Mn - 160 g; Fe - 100 g; Zn - 100 g; Cu - 20 g; Co - 2 g; I - 2 g; excipiente q.s.p. - 1.000 g.

² Composição/kg de produto: vit. A - 12.000.000 U.I.; vit. D3 - 3.600.000 U.I.; vit. E - 3.500 U.I.; vit B1 - 2.500 mg; vit. B2 - 8.000 mg; vit B6 - 5.000 mg; ácido pantotênico - 12.000 mg; biotina - 200 mg, vit. K - 3.000 mg; ácido fólico - 1.500 mg; ácido nicotínico - 40.000 mg; vit. B12 - 20.000 mg; Se - 150 mg; veículo q.s.p. - 1.000 g.

³ Antioxidante

Foi medida diariamente a temperatura da água às 14 h, com auxílio de termômetro digital tipo espeto INCONTERM com precisão de $\pm 1^\circ\text{C}$. Depois de feito esses registros, foram colocados ração e água à vontade.

3.5. Variáveis de desempenho

Ao longo de todo período experimental foram avaliadas as variáveis de desempenho: consumo de ração (g/ave), conversão alimentar (g/g), produção de ovos (%) e peso de ovos (g). As variáveis zootécnicas foram coletadas no início e final de cada ciclo.

O consumo de ração foi determinado pela diferença da quantidade de ração fornecida no início do período experimental e as sobras existentes no final de cada ciclo de 14 dias, sendo também corrigido de acordo com a mortalidade das aves.

A conversão alimentar foi calculada de duas formas: dividindo-se o consumo de ração (g/ave) pelo número de dúzias de ovos produzidos (dz/ave) e dividindo-se o consumo de ração (g/ave) pela massa de ovos produzidos (g/ave).

A postura foi obtida pela relação entre a produção, número de ovos produzidos e o número de aves alojadas, por período, multiplicando-se o valor por cem.

3.6. Variáveis fisiológicas

Para evitar interferência na coleta dos dados, as mesmas foram realizadas no interior da câmara climática, duas vezes por semana às 10 h, realizadas pela mesma pessoa e como também se utilizou os mesmos animais, os quais foram escolhidos aleatoriamente e posteriormente identificados (marcados).

Na avaliação da temperatura cloacal e temperatura superficial corpórea, foram utilizados seis animais por parcela.

3.6.1. Temperatura cloacal (TC)

Para temperatura cloacal (TC), utilizou-se termômetro clínico veterinário digital, inserido na cloaca das aves por um tempo de aproximadamente dois minutos até que a temperatura se estabilize.

3.6.2. Temperatura superficial corpórea (TSC)

Para temperatura superficial corpórea (TSC), foi utilizado um termômetro infravermelho com mira a laser. Cada parâmetro foi avaliado duas vezes por semana, às 9:00h, em que a distância entre o animal e o termômetro era de 10 cm, para coleta dos dados e em seguida os valores foram utilizados no cálculo da temperatura média da pele (TMP), da temperatura média corporal (TMC) e temperatura superficial corpórea (TSC) das aves, calculadas de acordo com a equação proposta por RICHARDS (1971), considerando as temperaturas de superfície e a temperatura retal das aves:

$$\text{TMC} = (0,03 \text{ TC} + 0,70 \text{ TD} + 0,12 \text{ TA} + 0,06 \text{ TCA} + 0,09 \text{ TP}) \text{ } ^\circ\text{C}$$

Em que:

TC = temperatura de crista ($^\circ\text{C}$);

TD = temperatura do dorso ($^\circ\text{C}$);

TA = temperatura da asa ($^\circ\text{C}$);

TCA = temperatura da cabeça ($^\circ\text{C}$);

TP = temperatura da pata ($^\circ\text{C}$).

$$\text{TSC} = 0,3 \text{ TMP} + 0,7 \text{ TR } ^\circ\text{C}$$

Em que :

TR = temperatura retal ($^\circ\text{C}$).

3.7. Manejo e parâmetros de avaliação da qualidade de ovos

Os ovos foram coletados manualmente às 8 h, colocados em bandejas de papelão com capacidade para trinta ovos, sendo estes depois transportados para a sala de monitoramento. Os ovos dos últimos três dias de cada período experimental foram pesados individualmente para a obtenção do peso médio dos ovos. Ao final de cada período experimental, foram separados oito ovos das 6 parcelas de cada tratamento: dois ovos para quebra e determinação dos componentes e quatro ovos para determinação da gravidade específica e dois ovos para resistência de casca, perfazendo um total de 96 ovos no total.

Foram levados ao Módulo de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba - Campus II, no

município de Areia-PB, para realização das análises dos parâmetros de qualidade: Peso do ovo (PO), massa do ovo (MO), gravidade específica (GE), unidade de haugh (UH), espessura de casca e outras análises como: porcentagem dos constituintes: porcentagem de casca (PC), porcentagem de albúmen (PA) e porcentagem de gema (PG), e a resistência de casca à quebra.

A coleta dos ovos foi realizada diariamente, pela manhã, e a produção média de ovos (PMO) obtida dividindo-se o total de ovos produzidos (ovos inteiros, quebrados, trincados e deformados) pelo número de aves.

Os ovos dos últimos três dias de cada período foram pesados individualmente para a obtenção do peso médio dos ovos.

O peso do ovo foi determinado durante toda fase experimental diretamente em balança digital, com precisão de 0,01g e o valor da massa de cada ovo serviu de referência para o cálculo das porcentagens de cada fração do ovo.

A massa de ovos obtida pela multiplicação do peso médio dos ovos de cada repetição pelo número de ovos obtidos no período e o resultado obtido dividido pela multiplicação do número de aves da repetição e o número de dias do período.

A determinação da gravidade específica foi pelo método de flutuação em solução salina, conforme metodologia descrita por Hamilton (1982). Os ovos foram imersos em soluções de cloreto de sódio (NaCl) com densidades variando de 1,0700 a 1,0925 g/mL, com gradiente de 0,0025 entre elas. A densidade das soluções foi aferida por meio de um densímetro de petróleo.

A unidade de Haugh (UH), que consistiu em quebrar os ovos sobre uma superfície plana e lisa (placa de vidro) para que a clara e a gema fossem medidas, através de um micrômetro analógico de profundidade de 0,75 mm, adaptado a um suporte de acrílico confeccionado na própria universidade, foi possível medir a altura do albúmen (mm) e mais o valor do peso do ovo (g). Utilizou-se esses valores na fórmula descrita por Pardi (1977).

$$UH = 100.\log (h + 7,57 - 1,7.w^{0,37})$$

Sendo:

h= altura do albúmen (mm)

w= peso do ovo (g)

Para a espessura da casca, foi feita separação manual dos componentes do ovo, as cascas foram identificadas, pesadas ainda úmidas e sem retirar as membranas internas, colocadas em estufa a 105°C por 2 horas. Depois de secas foram pesadas novamente na balança digital com precisão de 0,01g e determinada a espessura utilizando um digital Mitutoyo de 0-25 mm, com precisão de 0,001 mm. A porcentagem de casca foi calculada, usando a seguinte fórmula:

$$\%C = \left(\frac{PTC}{MTO} \right) X 100$$

Sendo:

PTC= peso total dos constituintes (g);

MTO= massa total do ovo (g)

A porcentagem dos constituintes do ovo (gema, albúmen e casca) foi obtida através de pesagens em balança analítica e esse valor foi dividido pelo peso total do ovo e multiplicado por 100. A porcentagem de gema dos ovos foi obtida considerando o peso total do ovo e o peso da gema e a porcentagem da clara foi determinada por diferença, conforme metodologia descrita por (SANTOS et al., 2009).

A porcentagem do albúmen (%A) obtida pelo cálculo do peso do albúmen (PA) por diferença entre o peso total do ovo menos o peso da casca e peso da gema. Assim foram encontrado o valor do peso do albúmen que é dividido pelo peso do ovo e multiplicado por 100.

Os testes de resistência à quebra foram realizados no Laboratório de Avaliação de Produtos de Origem Animal, pertencente ao Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias - Campus III, da UFPB.

A resistência da casca à quebra foi avaliada na região equatorial do ovo, por meio de célula específica acoplada ao equipamento Texture Analyser TA. XT Plus, com a utilização da sonda Cyl Stainless 2 mm para a verificação da resistência, código P/2, velocidade de pré teste de 2 mm/segundo; velocidade do teste 1,0 mm/segundo e

velocidade pós teste 40 mm/segundo, a qual registrou a força necessária para romper a casca, em gramas.

3.8. Delineamento estatístico

Adotou-se um delineamento em bloco casualizado, submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), com o auxílio do programa computacional SAS (2013).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Variáveis ambientais

Para cada período de 14 dias foi avaliada uma temperatura ambiente (24, 27, 30 e 33 °C) e para todos os períodos foi adotado UR média de 60% (Figura 5), porém a temperatura ambiente (TA) e a umidade relativa do ar (UR) sofreram oscilações, que ficaram acima e abaixo da determinada como padrão e isto se deve a fatores como manejo dos animais e seus processos fisiológicos, como respiração, transpiração e micção constantes, que podem alterar a temperatura e umidade relativa do ar no interior da câmara climática.

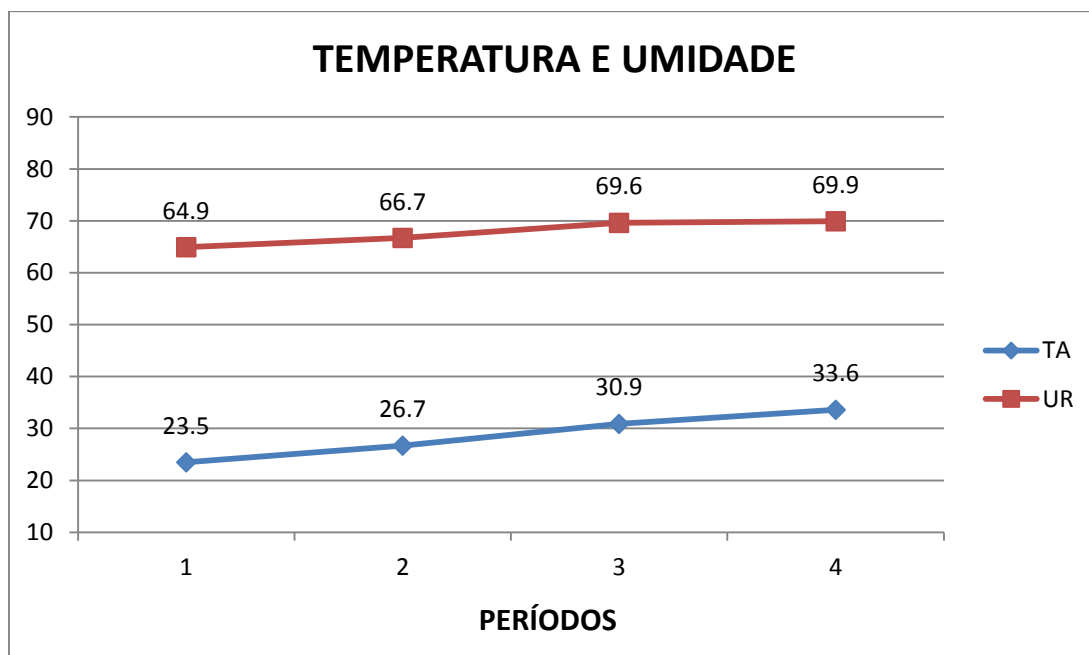


Figura 6. Valores médios da temperatura ambiente (°C) e umidade relativa do ar (%) em função dos períodos.

A umidade relativa, mesmo em condições de ambiente controlado, é de difícil manutenção, uma vez que é dependente de vários fatores, os quais podem estar relacionados com o aumento no volume de fezes das aves e o aumento da perda de calor por evaporação (ofegação), contribuindo para o aumento desta variável. As aves tem uma melhor produção quando estão em ambientes com umidade relativa na faixa entre 40 e 80% (Ferreira, 2005; Oliveira, 2007)

4.2. Parâmetros de desempenho

No presente estudo, observou-se que o consumo de água e a temperatura da água nas duas cores de lâmpadas de LEDs avaliadas não apresentaram diferença significativa ($P > 0,01$), que ficou em média de 62,48 mL dia⁻¹ e 26,4 °C, respectivamente (Tabela 2). Este consumo médio ficou dentro do estabelecido para a espécie, e semelhantes aos relatados por Rodrigues et al. (2015) ao avaliarem o balanço eletrolítico em dietas com proteínas reduzida para codornas japonesas, o consumo médio de água foi de 64,38 mL dia⁻¹, demonstrando que a cor do ambiente não influenciou no consumo da água e na sua temperatura.

O consumo de água pelas codornas é fundamental para manter a temperatura corporal evitando o estresse térmico (Baeta & Souza, 2010), e observou-se que a média da temperatura da água nos dois ambientes ficou acima da recomendada, onde o ideal é que esta temperatura não ultrapasse os 24 °C e não seja inferior a 12 °C. No presente estudo, apenas na condição de 24 °C esta ficou ideal, e nas outras temperaturas, as aves aumentaram o consumo de água com o aumento da temperatura.

Durante os períodos de estresse calórico, o consumo pode dobrar ou triplicar, pois é necessária a sua reposição, em vista da necessidade de manutenção de balanço hídrico corporal (Fairchild & Ritz, 2006).

Deve-se ter preocupação constante de manejo, se o ambiente está quente a água deverá estar fria e, por indevido controle deste aspecto, caso a água fique quente, pode reduzir o seu consumo pelos animais, ou tornar-se não acessível (Macari & Furlan, 2001).

Tabela 2. Valores do consumo de água (CH₂O), temperatura da água (TEMP H₂O) de codornas japonesas na fase de produção com diferentes temperaturas e cores do ambiente

	CH ₂ O (ml)	TEMP H ₂ O (°C)
LEDs		
LED branca	62,07 a	26,38 a
LED verde	62,89 a	26,53 a
TEMPERATURAS		
24 °C	58,58 b	22,70 d
27 °C	60,05 b	25,42 c
30 °C	65,92 ab	27,41 b
33 °C	72,38 a	30,28 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey (P<0,05)

Observou-se na, tabela 2, a temperatura da água de 22,70, 25,42 e 27,41 °C, as aves apresentaram o mesmo comportamento em relação ao consumo da água. Pode-se sugerir que as aves, apesar de preferirem água com temperatura inferior ou igual a 24 °C, em condições de aumento da temperatura ambiente, as mesmas, a fim de dissipar calor do corpo para o ambiente, ingeriram água com temperatura acima dos 24 °C.

O consumo de água entre as diferentes temperaturas apresentou diferença significativa (P<0,01), onde entre as temperaturas de 24 a 30 °C foram semelhantes e, na temperatura de 33 °C houve maior consumo em relação a 24 e 27 °C. Os resultados encontrados nesta pesquisa estão de acordo com os encontrados por Oliveira et al. (2014) ao avaliarem o desempenho e a qualidade dos ovos de poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas e ambiente controlado, alojadas em câmara climática sob três temperaturas: 20, 26 e 32 °C. Na temperatura de 32 °C, com o ambiente acima da zona de conforto térmico, as aves diminuíram o consumo de alimento e elevaram o consumo de água em razão do desconforto térmico.

Vercese et al. (2012) citam que poedeiras mantidas sob estresse por calor têm, como uma das primeiras respostas, o decréscimo no consumo de ração e o aumento da ingestão de água, diminuindo a disponibilidade de nutrientes essenciais para a produção, com consequentes perdas no potencial produtivo e na qualidade dos ovos.

Em situação aguda de estresse térmico, em virtude da necessidade da eliminação do calor corporal, as aves diminuem a ingestão de ração e aumentam o consumo de água, para atender à demanda de perda calórica não evaporativa o que também pode ser desenvolvida pela alta produção de urina (Leeson & Summers, 2001; Furlan & Macari, 2002; Borges et al., 2003), o que pode propiciar uma maior diluição dos alimentos durante a digestão, aumentando o tempo de passagem do alimento, o que pode acarretar em uma menor absorção dos nutrientes (Bonnet et al., 1997; Vargas & Motta, 2007).

A maior ingestão de água aumenta a quantidade de fezes mais líquidas podendo favorecer a proliferação de doenças e aumentar a umidade da cama ou do ambiente (Almeida, 1986; Macari, 1996; Murakami et al., 2003; Caíres et al., 2008).

O aumento do consumo de água é uma consequência direta do estresse calórico, pois é uma forma de dissipar calor por meio de condução, além de repor a água evaporada no trato respiratório.

As aves, em estresse térmico, acionam mecanismos fisiológicos: diminuição de consumo de ração e aumento no consumo de água, este comportamento é um indicativo que as codornas estavam em estresse térmico. Nesta situação, o aumento na ingestão de água tem a finalidade de manter a temperatura corporal em torno de 41 °C.

De acordo com os resultados da Tabela 3, nas temperaturas de 24 e 27 °C, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para POST, PO, MO CA/DZ e CA/MO. Pode-se sugerir que a temperatura de 27 °C é indicada para a produção de codornas de postura.

O consumo de ração apresentou diferença significativa ($P > 0,05$) entre as diferentes cores de LEDs, onde as aves alojadas na fonte de luz composta por LEDs verdes apresentaram menor consumo. A habilidade das aves em visualizar cores é similar à dos humanos e, segundo Kristensen et al. (2007) aves expostas a comprimentos de onda curtos (verde e azul) apresentam melhor ganho de peso e eficiência alimentar. Mendes et al. (2010) comentam que durante os primeiros dias de criação de frangos, a luz de onda curta estimula o crescimento, as aves mantêm-se mais calmas do que aquelas expostas à luz branca ou vermelha, enquanto que a maturidade sexual é acelerada pela luz de onda longa (Kristensen et al., 2007).

Tabela 3. Consumo de ração (CR), percentagem de postura (POST), peso dos ovos (PO), massa de ovos (MO), conversão alimentar por dúzia (CA/dz) e por massa de ovo (CA/MO) de ovos produzido de codornas japonesas submetidas a estresse por calor

	CR (g/ave/dia)	POST (%)	PO (g)	MO (g)	CA/DZ (kg/dz)	CA/MO (kg/g)
LEDs						
LED branca	26,99 a	68,13 a	11,75 a	8,01 a	0,48 a	3,42 a
LED verde	25,86 b	69,68 a	11,46 b	7,98 a	0,45 b	3,28 a
TEMPERATURAS						
24 °C	27,86 a	70,78 ab	11,41 a	8,62 a	0,48 a	3,49 a
27 °C	26,50 b	73,72 a	11,69 a	8,07 a	0,43 a	3,10 a
30 °C	26,20 b	65,90 ab	11,55 a	7,62 b	0,48 a	3,48 a
33 °C	25,13 b	65,21 b	11,76 a	7,67 b	0,47 a	3,31 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey (P>0,05)

No entanto, alguns estudos divergem sobre os resultados encontrados nesta pesquisa, onde não encontrou-se diferença no consumo de ração no experimento com diferentes fontes de luz (Borille et al., 2015; Gungruttananun, et al., 2011).

Entre as temperaturas, observa-se que houve diferença significativa (P> 0,05) no consumo de ração das aves mantidas em 27 e 33 °C, onde na temperatura mais elevada o consumo foi menor, comparando a temperatura de conforto térmico (24 °C) e a maior temperatura de estresse térmico (33 °C), houve uma redução significativa no consumo de ração de 9,79% quando as aves foram expostas à 33 °C, conseqüentemente redução na ingestão de nutrientes por parte das aves. Barbosa et al. (2014) comentam que o consumo de ração de codornas de corte criadas a 34 °C foi, em média, 29,9% mais baixo do que aqueles criados a 25 °C.

Correlacionando o consumo de ração e a percentagem de postura, observa-se na temperatura de 24 °C, houve maior consumo de ração, mas a percentagem de postura foi semelhante as temperaturas de 27 e 30 °C. Em circunstâncias de estresse por calor, uma das primeiras respostas das aves é o decréscimo no consumo de ração e, desta forma, as aves deixam de obter os nutrientes essenciais para a produção com conseqüentes perdas no potencial produtivo e na qualidade dos ovos.

A percentagem de postura não apresentou diferença significativa ($P > 0,05$) entre os diferentes espectros luminosos (Tabela 3). Apesar da diminuição observada no consumo de ração, a quantidade ingerida foi suficiente para propiciar as aves os nutrientes necessários a sua produção. Observa-se que a percentagem de postura ficou em média de 68,40%, inferior às citadas por Rodrigues et al. (2015) ao avaliar o balanço eletrolítico em dietas com proteínas de codornas japonesas obtiveram uma produção média de 81,53%; Guimarães et. al. (2014) avaliaram o efeito das estações chuvosa e seca no desempenho produtivo e na qualidade dos ovos de codorna no semiárido paraibano, obtiveram percentual de postura de 79,8%. Borille et al. (2015) ao avaliarem diferentes LEDs (azul, amarelo, verde, vermelho e branca) em galinhas poedeiras de segundo ciclo de produção a percentual de postura médio foi de 73,07%; Jácome et. al. (2012) foi de 86,5%. Este percentual de postura abaixo dos trabalhos citados acima ocorre em razão da variabilidade genética das codornas, manejo das aves, ração.

Em relação ao percentual de postura, comparando a temperatura de 24 e 33°C houve uma redução de 7,86%. Resultados semelhantes foram obtidos por Vercese et al. (2012) avaliaram o desempenho e qualidade de ovos de codornas japonesas comparando temperatura termoneutra (21°C) e temperaturas de estresse cíclico (24, 27, 30, 33 e 36 °C). Houve uma redução de 3,84% no percentual de postura comparando temperatura de 21 e 30°C e quando as aves foram expostas a 33 °C, esta redução foi de 6,39% e aos 36°C foi de 16,67%.

Poedeiras, na condição ambiente de 32 °C, considerada estresse térmico, ocasiona redução na produção dos ovos, que pode estar associada à redução no consumo de alimentos e ao aumento no consumo de água, com diminuição da disponibilidade de nutrientes para a produção de ovo (Oliveira et al., 2014).

Para o peso dos ovos houve diferença estatística ($P < 0,05$), onde as aves alojadas na cor branca apresentaram maior peso, e isto pode estar associado ao maior consumo de ração (Tabela 3). Espósito (2015) também encontrou maior peso médio dos ovos das codornas criadas na fase de crescimento, para lâmpada fluorescente compacta branca e LED branca foram maiores, quando comparadas às expostas às LEDs vermelha e azul.

Mas em ambos os espectros estudados, os valores estão dentro do esperado para codornas. Os valores encontrados no presente estudo foram semelhantes aos relatados por Rodrigues et al. (2015) ao avaliaram o balanço eletrolítico em dietas com proteína reduzida para codornas japonesas, citam valores de peso dos ovos de 11,38g. Umigi et

al. (20a12), que em trabalhos com codornas japonesas alimentadas com dietas suplementadas com diferentes níveis de treonina, citam valores de peso de ovo de 11,3g e Gravena et al. (2011) que em estudo com codornas japonesas suplementadas com minerais orgânicos, relatam que peso dos ovos variaram de 10,95 a 11,19g.

Observa-se que o peso dos ovos, nas diferentes temperaturas (Tabela 3), não foi influenciado estatisticamente ($p < 0,05$). Mesmo com as temperaturas de consideradas acima da zona de conforto térmico (27, 30 e 33°C), onde houve diminuição no consumo de ração, o peso dos ovos manteve-se constante, demonstrando a capacidade adaptativa dos animais de suportar efeitos negativos ocasionados pelas altas temperaturas (UMIGI et al., 2012).

A massa dos ovos não apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as diferentes cores testadas (Tabela 3), mas houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as diferentes temperaturas, o maior valor foi observado quando os animais foram expostos a temperatura de conforto (24°C) com valor de 8,86g, e redução na massa de ovos para as temperaturas de estresse por calor (27 °C, 30 °C e 33 °C). Diante dos valores encontrados, reforça a afirmação de Vercese et al. (2012) que a partir de 27 °C, sob temperaturas contínuas, as codornas japonesas apresentaram evidências de estresse térmico com redução no consumo de ração, peso e massa dos ovos. A elevação cíclica de 36 °C na temperatura ambiente afeta negativamente o percentual de ovos viáveis e de postura, comprovando o conseqüente efeito de estresse térmico no metabolismo e equilíbrio térmico das aves. Os resultados encontrados nesta pesquisa estão de acordo com os encontrados por Araújo et al., (2007) ao avaliarem os níveis de cromo orgânico na dieta de codornas mantidas em estresse por calor na fase de postura, que a conversão alimentar por massa de ovos não foi influenciada ($P > 0,05$) pela alta temperatura ambiente (32 °C) com umidade relativa do ar de 70%.

A conversão alimentar por dúzia (CA/DZ) para os diferentes comprimentos de onda (branca e verde) apresentaram diferença estatística ($P < 0,05$), a LED verde apresentou melhor conversão comparado com LED branca, animais expostos a lâmpadas de led verde obteve menor consumo de ração e melhor conversão alimentar por dúzia de ovos (tabela 3). Aves submetidas aos comprimentos de ondas curtas, azul, verde e amarela, apresentam melhor conversão alimentar (Kim et al., 2013). A percepção dos comprimentos de onde se inicia nas células fotorreceptivas, a opsina é responsável pela percepção pelos diferentes espectros de luz, a luminosidade é diferente em cada célula fotorreceptiva e se altera dependendo do grau de estimulação.

Portanto, cada comprimento de onda estimula uma célula fotorreceptiva específica (Parvin et al., 2014). Assim, a luz verde é um comprimento de onda curto (500-600nm) promovem maior estímulo dos receptores retiniais através dos cones (Baxter et al., 2014; Mobarkey et al., 2010) Os resultados na presente pesquisa, estão de acordo ao encontrado por Braz et al., (2015) ao avaliarem a produção de ovos de codornas japonesas sob estímulos dos espectros luminosos da cor branca, azul e vermelha, encontraram o mesmo valor (0,48 kg/dz) para conversão alimentar por dúzia para a cor de LED branca.

Gongruttananun & Guntapa (2012) encontraram melhor conversão alimentar das aves expostas à luz natural e LED vermelha quando em comparação com a utilização de luz natural. Min et al. (2012) relataram diminuição na conversão alimentar das galinhas criados em fonte de luz LED vermelha. Molino et al. (2015) ressaltam que é possível notar uma divergência de resultados ao se trabalhar com poedeiras comerciais, frangos de corte ou codornas japonesas, o que reafirma a importância de se estudar técnicas de criação específicas para cada espécie, pois as aves podem responder de forma diferente, mesmo sendo submetidas às mesmas condições.

Para a conversão por massa (CAMO), nos diferentes espectros luminosos estudados (tabela 3) não apresentou diferença estatística ($P < 0,05$), os valores médios foram de 3,35 g/ave/dia, estes dados estão de acordo com os descritos por Móri et al. (2005) avaliaram o desempenho e qualidade de ovos de codornas de quatro grupos genéticos encontraram valores médios de 3,86 g/ave/dia.

A conversão alimentar por dúzia e massa de ovos, não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelas diferentes temperaturas estudadas (tabela 3), A média geral de conversão por dúzia e massa de ovos observadas neste experimento, foi de 0,46 g/ave/dia e 3,34 g/ave/dia respectivamente, sendo médias semelhantes a reportada por alguns autores: MORI et al., (2005), encontraram valores médios para conversão por dúzia e massa de ovos respectivamente, 3,59 e 3,86 g/ave/dia. Também Pizzolante et al. (2007) obtiveram médias para conversão por dúzia e massa foram respectivamente, 0,42 e 3,24 g/ave/dia. Como também Moura et al. (2010) encontraram valores médios para conversão alimentar por dúzia e massa de 3,81 g/ave/dia e 3,64 g/ave/dia, respectivamente. Ainda, Costa et al. (2008) obtiveram valores médios para conversão alimentar por dúzia e massa de ovos de 0,52 g/ave/dia e 3,35 g/ave/dia, respectivamente.

Estes valores de conversão alimentar por massa de ovos (CAMO) para os diferentes espectros luminosos e diferentes temperaturas, estão acima dos descritos por diversos autores (Lima et al., 2014; Guimares, et al., 2014; Rodrigues et al., 2015;) dar-se possivelmente quando há grande variação individual, em codornas é comum encontrar-se alta variabilidade genética entre as diferentes linhagens, o que leva a índices produtivos diferenciados (Prioli et al., 2010).

4.3. Parâmetros fisiológicos

A temperatura cloacal (TC) de codornas não apresentou diferença significativa entre as cores de LED (Tabela 4). Os valores encontrados nesta pesquisa estão dentro dos padrões indicados na literatura. Pode afirmar que comprimento espectral não interfere na temperatura cloacal.

A temperatura cloacal é um dos parâmetros fisiológicos utilizados para caracterizar se o animal está ou não em desequilíbrio térmico com o ambiente por indicar com mais precisão a temperatura corporal interna.

A TC, para as temperaturas estudadas, as médias variaram de 41,7 a 42,12°C (Tabela 4), no entanto, não variaram estatisticamente entre si. A média da temperatura cloacal para a temperatura de 24°C (conforto) foi de 41,67°, com o aumento da temperatura do ambiente, houve o aumento da temperatura corporal das aves, no entanto, os valores estão dentro da zona de conforto. Altan (2003) trabalhando com frangos de corte, verificou que com a elevação da temperatura ambiente, a temperatura corporal também aumenta, tanto a temperatura ambiente quanto a temperatura cloacal das aves se mantiveram nos padrões indicados na literatura, à temperatura cloacal média das aves deve apresentar-se entre 41,5 e 42,5°C, podendo variar em função da temperatura ambiente, alimentação e manejo (Dukes & Swenson, 1996; Tao & Xin, 2003; Nazareno et al., 2009). O aumento da temperatura cloacal é uma resposta fisiológica às condições de temperatura e umidade elevadas que resulta do armazenamento do calor metabólico (Silva et al, 2003).

Tabela 4. Valores médios de temperatura cloacal (TC) de codornas japonesas na fase de produção com diferentes temperaturas e cores do ambiente

TEMPERATURA CLOACAL			
LEDs			
Branca		Verde	
41,87± 0,20 a		42,04± 0,21 a	
TEMPERATURAS			
24°C	27°C	30°C	33°C
41,67 ± 0,14 a	41,97 ± 0,14 a	42,08 ± 0,11 a	42,12 ± 0,14 a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey (P<0,05).

A temperatura superficial (TSC) das codornas não apresentou diferença significativa entre as cores de LED (Tabela 5). As médias de temperatura superficial corpórea variaram de 31,59 a 32,22°C, pequena variação entre a temperatura de conforto e as temperaturas de estresse por calor. Os dados desta pesquisa, foram semelhantes aos encontrados por Nunes et al. (2014) Os resultados de temperatura superficial mostraram que aves criadas em temperaturas elevadas (35°C) apresentam maiores temperaturas superficiais do que aves criadas em temperaturas menores (14°C e 27°C), tal fato pode estar relacionado com a dificuldade de dissipação de calor pelo animal em relação ao ambiente.

Um ótimo parâmetro para ser observado como conforto térmico para as aves é a temperatura da crista e da barbeta, uma vez que a ave utiliza estas, para dissipar calor, pelo fato que essas regiões apresentam uma grande vascularização, o que facilita a troca de calor por convecção (Silva et al., 2003).

Tabela 5. Valores médios de temperatura superficial corpórea (TSC) de codornas japonesas em fase de produção com diferentes temperaturas e cores do ambiente

TEMPERATURA SUPERFICIAL CORPÓREA			
LEDs			
Branca		Verde	
31,90 ± 0,24 a		32,04 ± 0,26 a	
TEMPERATURAS			
24°C	27°C	30°C	33°C
31,59 ± 0,11 a	32,03 ± 0,12 a	32,04 ± 0,10 a	32,22 ± 0,11 a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey (P<0,05).

A maior média foi encontrada no tratamento da cor verde e na temperatura de 33°C, o que apresentou a média de TSC de 32,22°C. Giloh et al. (2012) constataram que o aumento da temperatura ambiente culminou no acréscimo da temperatura superficial das aves, devido a vasodilatação periférica, a qual é uma resposta fisiológica para aumentar a dissipação térmica. Fisiologicamente, o controle sobre a taxa de transferência de calor das aves é influenciado pelo fluxo sanguíneo superficial, que ocorre na epiderme, logo abaixo da camada de plumagem. As penas representam um importante isolamento térmico para as aves, que também não possuem glândulas sudoríparas, o que dificulta sua perda de calor corporal (Montanholi et al., 2008; Bouzida et al., 2009).

A exposição de aves a condições térmicas desfavoráveis, como temperaturas e umidades relativas do ar acima da zona de conforto térmico, resulta em aumento da temperatura corporal e alcalose respiratória, exercendo impacto negativo sobre o desempenho do animal (Furlan, 2005).

4.4. Qualidade dos ovos

Para o peso do ovo, peso e percentagem de albúmen (tabelas 6 e 7), observou-se diferença estatística ($p < 0,05$) no que se refere a diferentes cores de LED. Os animais alojados na cor branca tiveram melhores valores para esses parâmetros, isto pode ser devido ao espectro luminoso que a luz emite, é esperado que a cor, sendo essencialmente uma alteração na intensidade em certos comprimentos de onda, afete o comportamento e desempenho das aves (Mendes et al., 2010). A luz verde é um comprimento de onda curto (500-600nm) e quando todas são estimuladas simultaneamente o cérebro registra a luz como branca.

Existe uma correlação entre esses valores, e estando dentro dos valores esperados. O peso do albúmen representa de 56 a 61%, a gema 27 a 32% e a casca 8 a 11% do peso do ovo (Ordóñez et al., 2005).

Estes dados diferem dos encontrados por Nunes et al. (2014) ao avaliarem a produção e qualidade de ovos de codornas japonesas expostas a iluminação artificial com LED de diferentes cores: LED verde e vermelha e azul e Lâmpadas Fluorescentes, os dados revelaram efeito significativo ($p < 0,05$) para % de albúmen, onde as codornas expostas a iluminação artificial com LEDs verdes apresentam maior porcentagem de albúmen do que aves expostas a iluminação de fluorescente compacta. Porém, esses autores não compararam as diferentes cores com a cor branca.

Para o peso e percentagem de gema; peso e percentagem da casca, para diferentes espectros luminosos (tabela 6 e 7) não se observou diferença significativa ($P > 0,05$). Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Borille et al. (2015) ao avaliarem LEDs nas cores: azul, amarelo, verde, vermelho e branco em galinhas poedeiras de segundo ciclo de produção, a porcentagem de gema e casca de ovo não diferiram ($P \geq 0,05$) entre as cores de LED testadas.

Estes valores foram semelhantes ao encontrados por Jácome et al. (2012) compararam a utilização de LEDs coloridos (branco, laranja ou azul) os valores foram de 1,06 para todas as cores, não interferiram no peso da casca.

Tabela 6. Valores médios do peso do ovo (PO), peso do albúmen (PA), peso da gema (PG) e peso da casca (PC) de codornas japonesas submetidas a temperatura termoneutra (24°C) e para as temperaturas testes (27, 30, 33°C) e diferentes cores de LEDs na iluminação artificial

	PO (g)	PA (g)	PG (g)	PC (g)
LEDs				
LED branca	11,75 ± 0,44 a	7,26 ± 0,36 a	3,53 ± 0,16 a	1,04 ± 0,05 a
LED verde	11,46 ± 0,32 b	7,08 ± 0,23 b	3,51 ± 0,14 a	1,03 ± 0,04 a
TEMPERATURAS				
24°C	11,41 ± 0,41a	7,09 ± 0,22 a	3,63 ± 0,12 a	1,08 ± 0,03 a
27°C	11,69 ± 0,47 a	7,28 ± 0,36 a	3,52 ± 0,12 a	1,06 ± 0,03 a
30°C	11,55 ± 0,36 a	7,04 ± 0,27 a	3,51 ± 0,11 a	1,01 ± 0,03 a
33°C	11,76 ± 0,34 a	7,28 ± 0,33 a	3,43 ± 0,16 b	0,99 ± 0,04 b

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey (P<0,05).

Para diferentes temperaturas, não houve diferença estatística (P>0,05) para peso do ovo e peso do albúmen. Porém, houve diferença estatística (P<0,05) para peso de gema e peso da casca.

Os valores médios para peso de albúmen, gema e casca foram, 7,26g; 3,53g e 1,03g, respectivamente. Estes valores estão de acordo com os resultados de Moura et al. (2010), avaliando a qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com dietas de diferentes densidades energéticas encontraram valores semelhantes: para peso do albúmen, da gema e da casca (7,23g; 3,28g e 0,98g), respectivamente.

Com o aumento da temperatura ambiente (tabela 6 e7), houve redução para o peso de gema e casca a partir de 30°C. Nessa temperatura a redução foi de 5,50g para a gema e de 8,33g para a casca. A qualidade da casca é afetada pelos fatores climáticos, tendendo a ficar mais fina em temperaturas mais elevadas, onde ocorre redução na ingestão de ração comprometendo o processo de formação da casca uma vez que 70% do cálcio vêm da alimentação e 30% dos ossos medulares, ambos transportados através do tecido sanguíneo (Pizzolante et al., 2007).

Essa redução no peso dos constituintes do ovo, pode estar associada à redução no consumo de ração que, como consequência, reduziu o consumo de nutrientes e de energia necessários à formação do ovo (Costa et al., 2008), que esses componentes sofreram alterações no tamanho e no peso quando as aves foram submetidas em condições de temperaturas elevadas, reduzindo a alimentação e aumentando a ingestão de água, ocasionando desbalanço nutricional, principalmente do cálcio para formação da casca, diminuindo seu peso e perda de massa do ovo devido à dissociação de proteínas e perda por evaporação para o meio através da casca que se encontra com espessura baixa.

Tabela 7. Valores de percentagem do albúmen (ALB), percentagem de gema (GEM) e percentagem de casca (CAS) de codornas japonesas submetidas a temperatura termoneutra (24°C) e para as temperaturas testes (27, 30, 33°C) e diferentes cores de LEDs na iluminação artificial

	Peso ovo (g)	ALB (%)	GEM (%)	CAS (%)
LEDs				
LED branca	11,75 ± 0,44 a	61,38 ± 0,90 a	29,84 ± 0,79 a	8,77 ± 0,37 a
LED verde	11,46 ± 0,32 b	60,90 ± 0,83 b	30,20 ± 0,75 a	8,88 ± 0,31 a
TEMPERATURAS				
24°C	11,41 ± 0,41a	61,55 ± 0,52 a	29,40 ± 0,77 b	9,05 ± 0,22 a
27°C	11,69 ± 0,47 a	61,89 ± 0,91 a	29,10 ± 0,76 ab	9,01 ± 0,21 a
30°C	11,55 ± 0,36 a	60,67 ± 0,90 b	30,22 ± 0,82 ab	8,68 ± 0,31 b
33°C	11,76 ± 0,34 a	60,70 ± 0,75 b	30,29 ± 0,76 a	8,57 ± 0,27 b

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey (P>0,05).

No entanto, se comparar numericamente a percentagem de albúmen na temperatura termoneutra (24°C) com a temperatura de estresse cíclico por calor (30°C) observa-se uma redução de 1,43% entre as temperaturas. Estes resultados estão coerentes com os Vercese et al. (2012) encontraram, estudando desempenho e qualidade dos ovos de codornas japonesas submetidos a estresse cíclico por calor, percentagem de albúmen foi significativamente reduzida em 2,10% no ovos de codornas expostos a

estresse por calor cíclico de 30 °C como em comparação com os ovos dessas mantidas sob temperatura termoneutra (21 °C).

As variações observadas para os constituintes do ovo indicam que a proporção de gema está inversamente relacionada com as variações das proporções de albúmen e de casca. Isso ocorre porque na obtenção da proporção (%) dos constituintes do ovo cada porção é relacionada com o peso do ovo e a variação em um dos constituintes implica na mudança de proporção de outro, sendo que essa variação pode não ser diretamente proporcional (Lima et al., 2009).

Para espessura de casca, gravidade específica, unidade Haugh e resistência da casca à quebra, entre as cores de luzes testadas (Tabela 8) não foram observadas diferenças ($p < 0,05$). Esses resultados estão de acordo aos encontrados por Borille et al., (2015)) ao avaliarem LEDs nas cores: azul, amarelo, verde, vermelho e branco em galinhas poedeiras de segundo ciclo de produção, não foram observadas maiores efeitos ($p < 0,05$) das cores de LED. Como também Jácome et al. (2012) ao utilizarem incandescente e LEDs (branco, azul e laranja) no desempenho produtivo de codorna japonesa, não encontraram diferença estatística ($p > 0,05$) para espessura de casca, gravidade específica e unidade Haugh.

Em avaliações da qualidade da casca de ovos de poedeiras comerciais submetidas à luz de LED nas cores vermelho, verde e azul em comparação às lâmpadas incandescentes, Er et al. (2007) observaram diferenças estatísticas. Estes autores citam que o índice de casca e a espessura de casca apresentaram-se significativamente maiores para a luz verde quando relacionados aos demais tratamentos.

Tabela 8. Valores de espessura de casca (EC), gravidade específica (GE), unidade Haugh casca (UH) e resistência da casca à quebra de codornas japonesas submetidas a temperatura termoneutra (24°C) e para as temperaturas testes (27, 30, 33°C) e diferentes cores de LEDs na iluminação artificial

	EC (mm)	GE (mg/cm ³)	UH	RES (kgf)
LEDs				
LED branca	0,21 ± 13,99 a	1,08 ± 0,02 a	90,33 ± 2,28 a	1,75 ± 0,51 a
LED verde	0,21 ± 13,71 a	1,07 ± 0,00 a	91,38 ± 2,30 a	1,75 ± 0,54 a
TEMPERATURAS				
24°C	0,21 ± 4,73 a	1,08 ± 0,03 a	91,81 ± 2,31 a	1,05 ± 0,41 ^a
27°C	0,21 ± 6,29 a	1,07 ± 0,00 a	91,61 ± 2,15 a	0,96 ± 0,20 b
30°C	0,21 ± 8,76 a	1,07 ± 0,00 a	90,50 ± 1,89 a	0,89 ± 0,29 b
33°C	0,20 ± 7,52 b	1,07 ± 0,00 a	89,51 ± 2,43 a	0,90 ± 0,16 b

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey (P<0,05).

Nos valores observados para espessura de casca, para as temperaturas ambiente estudadas apresentaram diferença significativa (P<0,05). Dentre os fatores ambientais que levam a produção de ovos com casca fina, a temperatura ambiente e, sem dúvida, o mais importante (Jácome et al., 2012).

Na tabela 8, observa-se uma redução de 4,76% para a espessura de casca, quando as aves foram submetidas ao estresse cíclico por calor (33°C) em relação com a temperatura termoneutra (24°C), alojadas em ambiente confortável proporcionando valores ideais aos parâmetros de qualidade dos ovos, estando a espessura de casca entre eles. Neste caso, as aves aproveitaram adequadamente o cálcio e demais nutrientes existentes na ração, onde se fizeram essenciais na distribuição da superfície do ovo durante sua formação.

Oliveira et al. (2014) ao avaliarem o desempenho e a qualidade dos ovos de poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas e ambiente controlado, alojadas em câmara climática sob três temperaturas: 20, 26 e 32°C, observaram uma queda de 14,58% no valor médio da espessura de casca dos ovos das aves submetidas às condições de temperatura ambiente de 32°C em relação aos tratamentos de 20 e 26°C.

Altas temperaturas reduzem a espessura da casca, já que os níveis de cálcio e bicarbonato de sódio do sangue são reduzidos, como resultado dos movimentos respiratórios mais acelerados, tendo em vista que a poedeira procura controlar a temperatura do seu corpo. Simultaneamente, o ambiente de temperatura elevada provoca uma diminuição no consumo de alimentos, que por sua vez determina uma diminuição no consumo do cálcio, fósforo e vitamina D₃ (Trindade et al., 2007).

Para gravidade específica, diferentes temperaturas estudadas, tabela 8, não encontraram diferença ($p>0,05$). A gravidade específica está intimamente relacionada à qualidade da casca dos ovos. Segundo Hamilton (1982), a gravidade específica aumenta à medida que a espessura da casca aumenta, ou seja, os valores são diretamente relacionados.

A unidade Haugh é uma expressão matemática que correlaciona o peso do ovo com a altura da clara espessa. De modo geral, quanto maior o valor da unidade Haugh, melhor a qualidade do ovo (Rodrigues, 1975).

Nessa pesquisa, temperatura termoneutra (24°C) e temperaturas de estresse cíclico (27, 30 e 33°C) não influenciaram neste parâmetro. Vercese et al., (2012) avaliaram o desempenho e qualidade de ovos de codornas japonesas comparando temperatura termoneutra (21°C) e temperaturas de estresse cíclico (24, 27, 30, 33 e 36°C) não encontraram diferença para o referido parâmetro.

A resistência da casca apresentou diferença estatística ($p<0,05$), para diferentes temperaturas. A resistência da casca a quebra é uma característica intimamente ligada à qualidade externa dos ovos, possuindo relação diretamente proporcional à porcentagem de casca, à gravidade específica da casca dos ovos, e em alguns casos, com a espessura da casca. Informações sobre esta característica são relativamente novas na literatura, sendo necessários mais estudos para que uma comparação efetiva seja efetuada (Berto et al., 2012)

Molino et al. (2015) afirmam que a melhor forma de analisar a qualidade da casca é a avaliação de sua resistência à quebra. Nesta pesquisa, a resistência da casca à quebra foi reduzida significativamente ($p<0,05$) em 8,57%, com o aumento da temperatura a 27°C em comparação à temperatura de 24°C, quando a temperatura foi elevada para 30°C, a redução da resistência da casca à quebra foi de 9,45%.

Para Araújo et al. (2011), no processo de formação do ovo das aves submetidas ao desconforto térmico do ambiente, o seu organismo reduzirá cálcio por superfície de área da casca, o que resulta na redução da resistência da casca.

5. CONCLUSÕES

O sistema de iluminação artificial de diodo emissor de luz nas cores branca e verdes pode ser utilizado, uma vez que não causou qualquer efeito negativo na produção de ovos, qualidade dos ovos e parâmetros fisiológicos, permaneceram dentro da zona de conforto e a homeotermia foi mantida. Mostrando que as codornas foram capazes de se adaptarem a condições de estresse contínuo.

Codornas submetidas a lâmpada de led verde apresentaram melhor resultado, para consumo de ração, consumiram menos ração e obtiveram melhor conversão alimentar por dúzia de ovos;

O consumo de água não foi afetado com a elevação da temperatura da água até os 27 °C.

A temperatura acima de 33 °C, ocasionou um maior aumento no consumo de água e diminuição no consumo de ração.

6. REFERÊNCIAS

ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1-14, 2011 (supl. especial).

AHMAD, T.; SARWAR, M. Dietary electrolyte balance: Implications in heat stressed broilers. World's **Poultry Science**, v. 62, n. 638, p. 638-653, 2006.

ALBINO, L.F.T.; BARRETO, S.L.T. **Criação de codornas para produção de ovos e carne**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2003.289p.

ALMEIDA, M.A.C. Fatores que afetam a umidade da cama. **Avicultura Industrial**, v.76, p. 16-18, 1986.

ALTAN, O.; PABUÇCUOGLU, A.; ALTAN, A.; KONYALIOGLU, S.; BAYRAKTAR, H. Effect of heat stress on oxidative stress, lipid peroxidation and some stress parameters in broilers. **British Poultry Science**, v.44, n.4, p.545-550, 2003.

ARAÚJO, M. S; BARRETO, S.L.T; DONZELE, J.L; MIRANDA DE OLIVEIRA, R.F; UMIGI, R.T; OLIVEIRA, W.P; BALBINO, E.M; ASSIS, A.P; CORRÊA MAIA, G.V. Níveis de cromo orgânico na dieta de codornas japonesas mantidas em estresse por calor na fase de postura, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 3, p. 584-588, 2007.

ARAÚJO, W. A. G.; ALBINO, L. F. T.; TAVERNARI, F. C.; GODOY, M. J. S. Programa de luz na avicultura de postura. **Revista Conselho Federal de Medicina Veterinária** n. 52, p. 58-65, 2011.

ARIKI, J. Criação de codornas. In. Congresso de Produção e Consumo de Ovos, 2000, São Paulo, SP. Anais. São Paulo, 2000. p.77-84.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. 2. Ed. Viçosa, MG: UFV, 2010. 269p.

BARBOSA, L.R.; SILVA, J.H.V.; GIVISIEZ, P.E.N.; MARTINS, T.D.D.; SARAIVA, E.P.; COSTA, F.G.P.; MACARI, M. Influence of environmental temperature and electrolyte balance on the performance of quails (*Coturnix Coturnix Coturnix*). **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 16, n. 3, p. 249-256, 2014.

BARRETO, S.L.T.; ARAUJO, M.S.; UMIGI, R.T.; MOURA, W.C.O.; COSTA, C.H.R.; SOUSA, M.F. Níveis de sódio em dietas para codorna japonesa em pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1559-1565, 2007.

BAXTER, M.; JOSEPH, N.; BEDECARRATS, G.Y. Red light is necessary to active the reproductive axis in chickens independently of the retina of the eye. **Poultry Science**, v. 93, n. 5, p. 1289-1297, 2014.

BONNET, S.; GERAERT, P.A.; LESSIRE, M.; CARRE, B.; GUILLAUMIN, S. Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broilers. **Poultry Science**, v. 76, n.6, p. 857–863, 1997.

BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, v.33, n.5, p.975-981, 2003.

BORILLE, R.; GARCIA, R.G.; ROYER, A.F.B.; ALMEIDA PAZ, I.C.L.; CALDARA, F.R.; NAAS, I.A. LED uma nova luz para a avicultura moderna. **Revista o Ovo**, n. 7, p. 13-18, 2012.

BORILLE, R.; GARCIA, R.G.; NAAS, I.A.; CALDARA, F.R.; SANTANA, M.R. Monochromatic light-emitting diode (LED) source in layers hens during the second production cycle. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**. v.19, n.9, p.877–881, 2015.

BOUZIDA, N., BENDADA, A., MALDAGUE, X.P. Visualization of body thermoregulation by infrared imaging. **Journal of Thermal Biology**, v, 34, n.3, p. 120-126, 2009.

BRAZ, J.R.B.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J.W.B.; LOPES NETO, J.P. Produção de ovos de codornas japonesas submetidas a ambientes com diferentes espectros de luz. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, Fortaleza. **Anais...Fortaleza: CONTECC**, 2015.

BRIDI, A.M. Instalações e ambiência em produção animal. Disponível em:< http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia_arquivos/InstalacoeseAmbienciamProducaoAnimal.pdf>. Acesso em: 12/10/2015.

CAIRES, C.M.; CARVALHO, A.P.; CAIRES, R.M. Nutrição de frangos de corte em clima quente. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n.3, p. 577-583, 2008.

CHEN, Y.; CAO, J.; LIU, W.; WANG, Z.; XIE, D.; JIA, L. Green and blue monochromatic lights promote growth and development of broilers via stimulating testosterone secretion and myofiber growth. **Poultry Science**, v. 17, n. 2, p. 211-218, 2008.

COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L.T.; MESQUITA FILHO, R.M.; ARAUJO, M.S.; UMIGI, R.T.; LIMA, H.J.D. Avaliação do desempenho e da qualidade dos ovos de codornas de corte de dois grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1823-1828, 2008.

COTTA, J. T. de B. **Galinha: produção de ovos**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002.

CUNNINGHAM, F. J. Control of luteinizing hormone secretion in the domestic fowl. In: WORLD'S POULTRY CONGRESS. 17, 1988, Nagoya. Proceedings... Nagoya: Jp. **Poultry Association**, p. 295-298, 1988.

DUKES, H.H.; SWENSON, H.J. **Fisiologia dos animais domésticos**. 11^a ed. Rio de Janeiro, RJ. 1996. 856p.

ER, D.; Wang Z.; Cao J.; Chen Y. Effect of monochromatic light on the egg quality of laying hens. **The Journal of Applied Poultry Research Winter**. v. 16, n. 4, p.605-612, 2007.

ESPOSITO, M. Tipos de lâmpadas e cor da luz para codornas japonesas nas fases de crescimento e seus efeitos na fase de produção. Lavras: UFLA, 2015. 58p. Dissertação de Mestrado.

ETCHES RJ. Reproducción aviar. Zaragoza: Acribia 1996, p.339.

FAIRCHILD, B.D.; RITZ, C.W. Poultry drinking water primer. Bulletin 1301, The University of Georgia and Ft. Valley State University, the U.S. Department of Agriculture and counties of the state cooperating, 2006.

FERREIRA, R.A. Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos. **Aprenda Fácil**, Viçosa, 2005. 371p.

FREITAS, H. J.; COTTA, J. T. B.; OLIVEIRA, A. I. G.; GEWEHR, C. E. Avaliação de programas de iluminação sobre o desempenho zootécnico de poedeiras leves. **Ciência e Tecnologia**, v.29, n.2, p.424-428, 2005.

FUKAYAMA, E.H.; SAKOMURA, N.K.; NEME, R.; FREITAS, E.R. Efeito da temperatura ambiente e do empenamento sobre o desempenho de frangas leves e semipesadas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.6, p.1272-1280, 2005.

FURLAN, R. L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (Ed.).2. **Fisiologia aviária aplicada a frango de corte**. 2^o ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP. p. 209-230, 2002.

FURLAN, R. L. Influência do calor na fisiologia de poedeiras. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM AVICULTURA PARA POSTURA COMERCIAL, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: FUNEP, 2005, p. 96- 118.

GEWEHR, C. E.; COTTA, J. T. B.; OLIVEIRA, A. I. G.; FREITAS, H. J. Efeitos de programas de iluminação na produção de ovos de codornas (*Coturnix coturnix*). **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.4, p.857-865, 2005.

GEWEHR, C.E; FREITAS, H.J. Iluminação intermitente para poedeiras criadas em galpões abertos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.1, n.6, p. 54-62, 2007.

GILOH, M.; SHINDER, D.; YAHAV, S. Skin surface temperature of broiler chickens is correlated to body core temperature and is indicative of their thermoregulatory status. **Poultry Science**, v. 91, n. 1, p. 175-188, 2012.

GONGRUTTANANUN, N. Influence of red light on reproductive performance, eggshell ultrastructure, and eye morphology in Thai-native hens. **Poultry Science**, n. 12, v. 90, p. 2855-2863, 2011.

GONGRUTTANANUN, N; GUNTAPA P. Effects of red light illumination on productivity, fertility, hatchability and energy efficiency of Thai indigenous hens. *Agriculture and Natural Resources -- formerly Kasetsart Journal (Natural Science)* v. 46, p. 51–63, 2012.

GRAVENA, R. A.; MARQUES, R. H.; PICARELLI, J. ; SILVA, J. D. T.; ROCCON, J.; HADA, F. H.; QUEIROZ, S. A.; MORAES, V. M. B. Suplementação da dieta de codornas com minerais nas formas orgânicas sobre o desempenho e qualidade dos ovos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, p.1453-1460, 2011.

GUIMARAES, M.C.C.; FURTADO, D.A.; NASCIMENTO, J.W.B.; TOTA, L.C.A.; SILVA, C.M.; LOPEES, K.B.P. Efeito da estação do ano sobre o desempenho produtivo de codornas no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.2, p.231–237, 2014.

HAMILTON, R. M. G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, v. 61, p. 2022-2039, 1982.

HUBER-EICHER, B.; SUTER, A.; SPRING-STAHLLI, P. Effects of colored lightemitting diode illumination on behavior and performance of laying hens. **Poultry Science**, v.92, n. 4, p.869-873, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) 2014**.<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=74&z=p&o=28&i=P>>. Acesso em: 13 de maio de 2016.

JACOME, I.M.D.T; BORILLE, R.; ROSSI, L.A.; RIZZOTTO, D.W.; BECKER, J.A.; SAMPAIO, C.F.R. Desempenho produtivo de codornas alojadas em diferentes sistemas de iluminação artificial. **Archivos de Zootecnia**, v. 61, n. 235, p. 449-456, 2012.

JIN, E.; JIA, F.; WANG, Z.; CHEN, Y. Effect of monochromatic light on transcription of opsin gene in the retinas and pineal glands of broiler. **Chinese Journal of Animal and Veterinary Sciences**, v.41, n.10, p.1306-1311, 2010.

JORDAN, R. A., TAVARES, M. H. F. Análise de diferentes sistemas de iluminação para aviários de produção de ovos férteis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 9 n. 3, p. 420–423, 2005.

KIM, M. J.; PARVIN, R.; MUSHTAQ, M.M.H.; HWANGBO, J.; KIM, J.H.; NA, J.C.; CHOI, H.C. Growth performance and hematological traits of broiler chickens reared under assorted monochromatic light sources. **Poultry science**. v. 92, n. 6, p. 1461-1466, 2013.

KRISTENSEN, H. H.; PRESCOTT, N.B.; PERRY, G.Cl. The behavior of broiler chickens in different light sources and illuminances. **Applied Animal Behaviour Science**. v.103, p.75-89, 2007.

Leeson, S.; Summers, J.D. Nutrition of the chicken. Guelph: University Books, 2001, 763p

LIMA, H.J.D.; BARRETO, S.L.T.; MENDES, F.R.; LEITE, P.R.S.C.; LACERDA, M.J.R.; CÂMARA, L.R.A. Viabilidade econômica do uso de fitase em rações para codornas japonesas em postura. **Global Science and Technology**, v.2, n.3, p.58-65, 2009.

MACARI, M. **Água na avicultura industrial**. Jaboticabal:FUNEP, 1996, 246p.

MACARI, M.; FURLAN, R.L. Ambiência na produção de aves em clima tropical. In: SILVA, I.J.O. Ambiência na produção de aves em clima tropical. Piracicaba: SBEA., p.31-87, 2001.

MELO, L. M.; MURGAS, L. D. S.; OLIVEIRA, B. L.; ZANGERÔNIMO, M. G. **Utilização de programas de iluminação contínuo e intermitente em codornas (*Coturnix coturnix*)**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa. Anais... João Pessoa: SBZ, 2006.

MENDES, A.S.; REFFATI, R.; RESTELATTO, R.; PAIXÃO, S.J. Visão e iluminação na avicultura moderna. **Revista Brasileira Agrociência**, v.16, n.1-4, p.05-13, 2010.

MENDES, A. S; PAIXAO, S.J.; RASTELATTO, R.; MORELLO, G.M.; MOURA, D.J.; POSSENTI, J.C. Performance and preference of broiler chickens exposed to different lighting sources. **The Journal of Applied Poultry Research**. v. 22, p. 62–70, 2013.

MIN, J. K.; HOSSAN, M. S.; NAZMA, A. Effect of monochromatic light on sexual maturity, production performance and egg quality of laying hens. **Avian Biology Research**, v.5,n. 2 p 69-74, 2012.

MOBARKEY, N.; AVITAL,N.; HEIBLUM, R.; ROZENBOIM,I. The role of retinal and extra-retinal photostimulation in reproductive activity in broiler breeder hens. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 38, n. 4, p. 235-243, 2010.

MOLINO, A. B.; [GARCIA, E. A.](#); SANTOS, G. C.; VIEIRA FILHO, J. A.; BALDO, G. A. A.; ALMEIDA PAZ, I. C. L. Photostimulation of Japanese quail. **Poultry Science**, v. 94, p. 156-161, 2015.

MOLINO, A. B.; GARCIA, E. A.; PELÍCIA, K.; SILVA, A. P.; FAITARONE, A. B. G.; VERCESE, F. Taxas de lotação da gaiola de codornas japonesas: desempenho produtivo e econômico. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO, COMERCIALIZAÇÃO E CONSUMO DE OVOS, 8., 2010, São Pedro, **Anais...** São Pedro, 2010. CD ROM.

MONTANHOLI, Y.R.; ODONGO, N.E.; WANSON, K.C.; SCHENKEL, F.S.; MCBRIDE, B.W.; MILLER, S.P. Application of infrared thermography as an indicator of heat and methane production and its use in the study of skin temperature in response to physiological events in dairy cattle (*Bos taurus*). **Journal of Thermal Biology**, v.33, n.2, p.468–475, 2008.

MÓRI, C.; GARCIA, E. A.; PAVAN, A. C.; PICCININ, A.; SCHERER, M. R.; PIZZOLANTE, C. C. Desempenho e qualidade dos ovos de codornas de quatro grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 864-869, 2005.

MOURA, G.S.; BARRETO, S.L.T.; DONZELE, J.L.; HOSODA, L.R.; PENA, G.M.; ANGELINI, M.S. Dietas de diferentes densidades energéticas mantendo constante a relação energia metabolizável: nutrientes para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1628-1633, 2008.

NAZARENO, A. C.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; GIONGO, P. R.; PEDROSA, E. M. R.; GUISELINI, C. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.13, n.6, p.802-808, 2009.

NUNES, K.C.; GARCIA, R.G.; NAAS, I.A.; SANTANA, M.R.; CALDARA, F.R. Efeito da temperatura ambiente e energia na ração de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Enciclopédia Biosfera**, v.10, n.19; p.839-845, 2014.

OLIVEIRA, B.L. Importância do manejo na produção de ovos de codornas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 2. CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 1., 2004, Lavras. **Anais...** Lavras:UFLA, 2004, p. 91.

OLIVEIRA, B.L. Importância do manejo na produção de ovos de codornas. In: Simpósio internacional de Coturnicultura, 2., 2004, Lavras. **Anais...** Lavras: Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia Avícolas, 2007. p.91-96.

OLIVEIRA, B.L.; NASCIMENTO, J.W.B.; CAMERINI, N.L.; SILVA, R.C.; FURTADO, D.A.; ARAUJO, T.G.P. Desempenho e qualidade de ovos de galinhas poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas e ambiente controlado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.11, p.1186–1191, 2014.

OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ABREU, M. L. T.; FERREIRA, R. A.; VAZ, R. G. M. V.; SEGATTO, C. P.; Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 35, n. 3, p. 797-803, 2007.

ORDÓÑEZ, J. A. **Ovos e produtos derivados**. In: Tecnologia de alimentos: Alimentos de origem animal. Porto Alegre: Artmed, 2005. p.269-279.

PAIXÃO, S. F.; MENDES, S.A.; RESTELATTO, R.; MAROSTEGA, J.; SOUZA, C.; POSSENTI, J.C., Desempenho produtivo de frangos de corte criados com dois tipos de lâmpadas. In: CONGRESSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA UTFPR – CÂMPUS DOIS VIZINHOS, 1., SEMINÁRIO: SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 5., SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E BIOLÓGICAS, 1., 2011, Dois Vizinhos, Anais..., Dois Vizinhos, PR: UTFPR, 2011. CD ROM.

PARDI, H.S. Influência da comercialização na qualidade dos ovos de consumo. 1977, 73f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 1977.

PARVIN, R.; MUSHTAQ, M.M.H.; KIM, M.J.; CHOI, H.C.. Light emitting diode (LED) as a source of monochromatic light: a novel lighting approach for behaviour, physiology and welfare of poultry. **World's Poultry Science Journal**, v. 70, p. 543-556, 2014.

PIZZOLANTE, C.C.; SALDANHA, E.S.P.B.; GARCIA, E.A.; SOUZA, H.B.A.; SCATOLINI, A.M.; BIOAGO, M.M. Efeito do horário de fornecimento de ração contendo diferentes níveis de cálcio sobre o desempenho produtivo e qualidade de ovos de codornas japonesas (*Coturnix japonica*) em final de produção. **Revista Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.4, p. 677-683, 2007.

PRIOLI, R. A.; GASPARINO, E.; SOARES, M. A. M.; MARQUES, D. S.; BLANCK, S. M. A.; PRIOLI, S. M. A. Diversidade genética entre três linhagens de codornas selecionadas para produção de ovos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, p.725-731, 2010.

RICHARDS, S.A. The significance of changes in the temperature of the skin and body core of the chicken in the regulation of heat loss. **The Journal of Physiology**, v.216, n.1, p.1-10, 1971.

ROCHA, J.S.R.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C. Produção e bem-estar animal aspectos éticos e técnicos da produção intensiva de aves. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, v. 11, suplemento 1, p.49-55, 2008.

RODRIGUES, P.C. Contribuição ao estudo da conversão de ovos de casca branca e vermelha. Piracicaba, 1975. 57p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

RODRIGUES, L.R.; FURTADO, D.A.; COSTA, F.G.P.; NASCIMENTO, J.W.B.

Balço eletrolítico em dietas com proteína reduzida para codornas japonesas no primeiro ciclo de produção. **Revista Verde**, v. 10, n.3, p. 01 – 07, 2015.

ROSA, G.A.; SORBELLO, L.A.; DITTRICH, R.L.; MORAES, M.T.T.; OLIVEIRA, E.G. Perfil hematológico de codornas japonesas (*Coturnix japonica*) sob estresse térmico. **Ciência Rural**, v.41, n.9, p. 1605-1610, 2011.

ROSTAGNO, H. S., L. F. T. Albino, J. L. Donzele, P. C. Gomes, R. F. Oliveira, D.C. Lopes, A. S. Ferreira, and S. L. T. Barreto. 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais. H. S. Rostagno, ed. UFV, Viçosa, Brasil.

SANTANA, M.R.; GARCIA, R.; NAAS, I.A.; ALMEIDA PAZ, I.C.L.; CALDARA, F.R.; BARRETO, B. Light emitting diode (led) use in artificial lighting for broiler chicken production. **Engenharia Agrícola** v.34, n.3, p.422-427, 2014.

SANTOS, M. S. V.; ESPÍNDOLA, G. B.; LÔBO, R. N. B.; FREITAS, E. R.; GUERRA, J.L.L.; SANTOS, A. B. E. Efeito da temperatura e estocagem em ovos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.3, p.513-517, 2009.

SILVA, I.J.O.; SEVEGNANI, K.B. **Ambiência e instalações na avicultura de postura**. In: *Ambiência na produção de aves em clima tropical*. Série Engenharia Agrícola e Construções Rurais, v.2, Piracicaba: FUNEP, p.150-214, 2001.

SILVA, I.J.O.; MIRANDA, K.O.S. Impactos do bem-estar na produção de ovos. **Thesis**, n.11, p.89-115, 2009.

SILVA, M. A. N.; HELLMEISTER FILHO, P.; ROSÁRIO, M. F.; COELHO, A. A. D.; SAVINO, V. J. M.; GARCIA, A. A. F.; SILVA, I. J. O; MENTEN, J. F. M. Influência do sistema de criação sobre o desempenho, condição fisiológica e o comportamento de linhagens de frango de corte. **Engenharia Agrícola**, v. 32, n. 1, p. 208-213, 2003.

SINGH, R. V.; NARAYAN, R. Produção de codornas nos trópicos. In: Simpósio Internacional de Coturnicultura, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002.

SOUSA, M.S; TINOCO, I.F.F.; AMARAL, AG; BARRETO, S.L; SAVASTANO JUNIOR; SOUZA, C.F; PAULA, M.O.I. Thermal comfort zones for starter meat type quails. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. v. 16, n. 3, p. 265-272, 2014.

TAO, X.; XIN, H. Acute synergistic effects of air temperature, humidity, and velocity on homeostasis of market-size broilers. **Transactions of the ASAE**, v.46, n.2, p.491-497, 2003.

TRAMPEL, D.W. **Digestão Aviária**. In: REECE, W. O. Dukes (ed) - *Fisiologia dos Animais Domésticos*. 12ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p.450-461.

TRINDADE, J.L.; NASCIMENTO, J.W.B.; FURTADO, D.A. Qualidade do ovo de galinhas poedeiras criadas em galpões no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.6, p.652–657, 2007.

TSUTSUI, K.; UBUKA, T.; BENTLEY, G.E.; KRIEQSFELD, L.J. gonadotropin-inhibitory hormone (gnih): discovery, progress and prospect. **General and Comparative Endocrinology**, v. 177, n. 3, p. 305-314, 2012.

UMIGI, R. T.; BARRETO, S. L. T.; REIS, R. S.; MESQUITA FILHO, R. M. ARAÚJO, M. S. Níveis de treonina digestível para codornas japonesas na fase de produção. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, p.658-664, 2012.

VALENTIM, A.A.; FERREIRA, H.S.; COLETTI, M.A. Lâmpadas de LED: Impacto no consumo e fator de potência. **Revista Ciências do Ambiente**. v. 6, n. 1, p. 29-33,2010.

VARGAS JR. ; MOTA, R. R. . **Produção de Aves em Clima Quente** (Boletim Técnico), 2007.

VERCESE, F.; GARCIA, E.A.; SARTONI, Jr; SILVA, A.P.; FAITARONE, A.B.G.; BERTO, D.A.; MOLINO, A.B.; PELICIA, K. Performance and egg quality of japanese quails submitted to cyclic heat stress. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. v.14 n.1, p. 37-41, 2012.

XIE, D.; WANG, Z.X.; DONG, Y.L.; CAO, J.; WANG, J.F.; CHEN, J.L.; CHEN, Y.X. Effects of monochromatic light on immune response of broilers. **Poultry science**. v. 87, n. 8, p. 1535-1539, 2008.

ZHANG, L.; ZHANG, H.J.; QIAO, X.; YUE, H.Y.; WU, S.G.; YAO, J.H.; QI, G.H. Effect of monochromatic light stimuli during embryogenesis on muscular growth, chemical composition, and meat quality of breast muscle in male broilers. **Poultry Science**, v. 91, n. 4, p.1026-1031, 2012.